



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

***ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ***

***PROTECTION AND RATIONAL
USE OF FOREST RESOURCES***

***Материалы XIII международной конференции
(г. Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.)***

***Collection of the XIII International Conference
(Blagoveshchensk, June 26–27, 2024)***



Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный государственный
аграрный университет»

Министерство лесного хозяйства
и пожарной безопасности Амурской области

Управление лесного и степного хозяйства
провинции Хэйлунцзян (КНР)

Народное правительство городского округа Хэйхэ (КНР)

ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

*Материалы XIII международной конференции
(г. Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.)*

**Благовещенск
Дальневосточный ГАУ
2024**

УДК 630
ББК 43.4
О-92

*Публикуется по решению
организационного комитета конференции*

Состав организационного комитета конференции:

Председатель *Тихончук Павел Викторович*, докт. с.-х. наук, профессор, ректор Дальневосточного государственного аграрного университета
Севостьянов Алексей Александрович, заместитель Председателя Правительства – министр лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области;
Дин Гоосюэ, директор Бюро лесного хозяйства и пастбищных угодий г. Хэйхэ, Китайская Народная Республика;
Ли Минвэн, декан, старший инженер Академии лесных наук г. Хэйхэ, Китайская Народная Республика;
Чжан Цзюнь, старший инженер, переводчик Экспериментальной лесной фермы Сиганцзы г. Хэйхэ, Китайская Народная Республика;
Селихова Ольга Александровна, канд. с.-х. наук, доцент, проректор по научной работе, Дальневосточный государственный аграрный университет;
Муратов Алексей Александрович, канд. с.-х. наук, доцент, начальник научно-исследовательской части, Дальневосточный государственный аграрный университет;
Юст Наталья Александровна, канд. с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой лесного дела и ландшафтной архитектуры, Дальневосточный государственный аграрный университет;
Козлова Анна Борисовна, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры лесного дела и ландшафтной архитектуры, Дальневосточный государственный аграрный университет;
Тимченко Наталья Алексеевна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры лесного дела и ландшафтной архитектуры, Дальневосточный государственный аграрный университет;
Елискин Антон Александрович, преподаватель кафедры лесного дела и ландшафтной архитектуры, Дальневосточный государственный аграрный университет;
Щербакова Олеся Николаевна, старший преподаватель кафедры лесного дела и ландшафтной архитектуры, Дальневосточный государственный аграрный университет

**Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы
О-92** XIII международной конференции (Благовещенск, 26–27 июня
2024 г.). – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. – 257 с.

ISBN 978-5-9642-0639-2

Представлены результаты исследований ученых и практиков из различных регионов Российской Федерации, а также Китайской Народной Республики по вопросам экологической защиты и восстановления лесов и степей; управления особо охраняемыми природными территориями; выращивания и переработки плодово-ягодных растений. Материалы предназначены для научных работников, специалистов эколого-биологического профиля, обучающихся по соответствующим направлениям подготовки высшего образования.

УДК 630
ББК 43.4

ISBN 978-5-9642-0639-2

© ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 2024

MINISTRY OF AGRICULTURE RUSSIAN FEDERATION

FAR EASTERN STATE AGRARIAN UNIVERSITY

MINISTRY OF FORESTRY AND FIRE SAFETY OF THE AMUR REGION

DEPARTMENT OF FORESTRY AND STEPPE
OF HEILONGJIANG PROVINCE (CHINA)

PEOPLE'S GOVERNMENT OF HEIHE CITY DISTRICT (CHINA)

PROTECTION AND RATIONAL USE OF FOREST RESOURCES

*Collection of the XIII International Conference
(Blagoveshchensk, June 26–27, 2024)*

**Blagoveshchensk
Far Eastern State Agrarian University
2024**

*Published by the Decision
of the Organizing Committee of the Conference*

The composition of the Organizing Committee of the Conference:

Chairman *Pavel V. Tikhonchuk*, Dr. Agr. Sci., Professor, Rector of the Far Eastern State Agrarian University

Alexey A. Sevostyanov, Deputy Prime Minister – Minister of Forestry and Fire Safety of the Amur region;

Ding Guoxue, Director of the Bureau of Forestry and Rangeland of Heihe, People's Republic of China;

Li Mingweng, Dean, Senior Engineer, Heihe Academy of Forestry Sciences, People's Republic of China;

Zhang Jun, Senior Engineer, Translator of the Xigangzi Experimental Forest Farm in Heihe, People's Republic of China;

Olga A. Selikhova, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Vice-Rector for Scientific Work, Far Eastern State Agrarian University;

Alexey A. Muratov, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Head of the Research Department, Far Eastern State Agrarian University;

Natalia A. Yust, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Forestry and Landscape Architecture, Far Eastern State Agrarian University;

Anna B. Kozlova, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forestry and Landscape Architecture, Far Eastern State Agrarian University;

Natalia A. Timchenko, Cand. Biol. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forestry and Landscape Architecture, Far Eastern State Agrarian University;

Anton A. Eliskin, Lecturer at the Department of Forestry and Landscape Architecture, Far Eastern State Agrarian University;

Olesya N. Shcherbakova, Senior Lecturer at the Department of Forestry and Landscape Architecture, Far Eastern State Agrarian University

Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024, 257 p.

ISBN 978-5-9642-0639-2

The results of research by scientists and practitioners from various regions of the Russian Federation, as well as from the People's Republic of China on environmental protection and restoration of forests and steppes; management of specially protected natural territories; cultivation and processing of fruit and berry plants are presented.

The materials are intended for researchers, environmental and biological specialists, student in the relevant areas of higher education.

ISBN 978-5-9642-0639-2

© Far Eastern Agrarian University, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание.....	9
Ткаченко К. Г. Климат и репродуктивные усилия древесных растений .	10
Экологическая защита и восстановление лесов и степей.....	21
Баранов А. В., Наумова Н. Ю., Граюшев П. И. Несоответствие лесоустроительных данных при проектировании и строительстве линейных объектов в Амурской области	22
Владимиров В. В., Хахаев Р. А., Савченкова В. А. Модернизация процесса подготовки почвы для посадки лесных культур.....	30
Елискин А. А. Комплексная переработка древесины в Амурской области на примере топливных гранул	38
Иванов А. В., Пилецкая О. А., Волков Д. Д. Влияние рубки и пожара на дыхание лесных почв в южной части Амурской области.....	42
Лянгузова И. В., Катютин П. Н. Потенциальные возможности восстановления северо-таежных лесов при снижении аэротехногенной нагрузки	48
Пастухова А. М. Оценка вариабельности по росту полусибирского потомства кедра сибирского 20-летнего возраста.....	56
Приходько О. Ю. Компенсационное лесовосстановление в Приморском крае	61
Рогозин М. В. Регулируемые человеком факторы при моделировании выращивания древостоев и лесных культур.....	67
Тимченко Н. А., Дядченко О. С. Анализ и перспективы искусственного лесовосстановления на территории Амурской области	75

Урусов В. М., Варченко Л. И., Майорова Л. А. К вопросу о восстановлении чернопихтowo-широколиственных лесов на примере Синего и Оленьего утесов (Хасанский район, Приморье).....	82
Харитонов А. М. О современном состоянии лесов Центрального Сихотэ- Алиня (на примере Кавалеровского лесничества Приморского края).....	90
Щербакова О. Н., Наумова Н. Ю. Инвентаризация посевов сосны обыкновенной в питомнике (на примере Белогорского лесничества).....	97
Юст Н. А., Рогозняк Е. А., Малашкова К. А. Анализ горимости лесов на территории Магдагачинского лесничества	103
周勇. 吉林省常见灌木树种抗火性研究	110
章林, 周勇, 王晓娜, 朱炎城, 刘广菊, 张大明. 森林与城镇交界域火灾风险 分析及对策—以万华烟台工业园为例	119
李海霞, 白卉, 王艳敏, 李静, 李正华, 郭成博. 基于表型性状的蒙古栎种源 遗传多样性分析.....	127
Управление особо охраняемыми природными территориями.....	142
Антонова Н. Е., Дзюба Н. А. Проекты по лесовосстановлению: возможности для дальневосточных регионов в условиях перехода к низкоуглеродной экономике	143
Паркина О. В., Якубенко О. Е., Третьякова Р. А. Оценка состояния дендрологической коллекции особо охраняемой природной территории «Дендрологический парк» (г. Новосибирск).....	150
Федоренко Т. В., Чикачев Р. А., Гайдукова Е. М. Динамика численности соболя (<i>Martes zibellina</i> L.) на территории Амурской области	156

Чагарова О. В., Пакурина А. П., Косицына О. А., Гольц М. Е., Черпак А. А., Лисицын Е. В. Современный химический состав воды озер, расположенных на территории Муравьевского парка устойчивого природопользования.....	164
Чикачев Р. А., Худолеев Д. В. Особенности водно-болотных угодий государственного природного заказника «Березовский» Амурской области.....	169
杜鹏飞. 黑龙江平山自然保护区不同演替阶段植物群落物种多样性研究.	175
Плодово-ягодные растения, их выращивание и переработка	183
Гартованная Е. А., Ермолаева А. В., Токарь М. А., Морозова А. Д. Использование дикорастущего ягодного сырья Амурской области в производстве плодово-ягодных кондитерских изделий.....	184
Держапольская Ю. И., Решетник Е. И., Грибанова С. Л. Использование сухого порошка из ягод <i>Vaccinium vitis-idaea</i> в технологии изотонических напитков	192
Ермолаева А. В., Гартованная Е. А., Аверьянов Р. В. Разработка рецептуры и технологии кексов с использованием многокомпонентных порошков из ягод Дальневосточного региона.....	199
Зарицкий А. В. Перспективные плодово-ягодные культуры для возделывания в условиях Амурской области.....	207
Пакурина А. П., Платонова Т. П. Выращивание клубники (<i>Fragaria</i> × <i>ananassa Duch.</i>) в условиях органического земледелия	214
Слепцова Т. В., Васильева В. Т. Использование местного ягодного сырья в производстве	220

战禹辰, 陶晶, 陈士刚, 秦彩云. 蔓越莓组培苗对微生物菌剂的生理响应 .227	
杨国慧, 李铁梅. 提高树莓种子萌发率方法研究.....235	235
魏嘉, 李佳成, 霍俊伟, 李威, 田树新, 白卉. 施肥深度对蓝靛果植株养分含量及果实产量的影响	246

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

PLENARY SESSION

Научная статья

УДК 58.006:58.084:631.53:581.543:574:630.181.28(470.23-25)

EDN FIWIBE

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-10-20>

Климат и репродуктивные усилия древесных растений

Кирилл Гаврилович Ткаченко, доктор биологических наук, профессор
Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук
Санкт-Петербург, Россия, kigatka@gmail.com

Аннотация. Последние десятилетия характеризуются потеплением климата. Увеличивается продолжительность теплого периода и сокращается зимний, морозный период. Это способствует тому, что многие виды, которые ранее попали в списки неперспективных для выращивания на северо-западе страны, теперь могут рассматриваться как новые и перспективные для выращивания. Уже значительное число видов не только цветет, но и образует полноценные, выполненные плоды и семена. Впервые проведен анализ репродуктивной активности почти 240 видов древесных растений разных жизненных форм коллекции Ботанического сада Петра Великого, как реакции на происходящее и фиксируемое потепление климата с начала XXI века.

Ключевые слова: интродукция растений, фенология, мониторинг, парк-арборетум, Ботанический сад Петра Великого, Санкт-Петербург, климат

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания по теме «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений Ботанического сада Петра Великого БИН РАН» (регистрационный номер 124020100075–2).

Для цитирования: Ткаченко К. Г. Климат и репродуктивные усилия древесных растений // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 10–20.

Original article

Climate and reproductive efforts of woody plants

Kirill G. Tkachenko, Doctor of Biological Sciences, Professor
V. L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences
Saint-Petersburg, Russia, kigatka@gmail.com

Abstract. Recent decades have been characterized by a warming climate. The duration of the warm period increases and the winter, frosty period decreases. This

contributes to the fact that many species that were previously included in the lists of unpromising for cultivation in the north-west of the country can now be considered as new and promising for cultivation. Already a significant number of species are not only blooming, but also forming full-fledged, completed fruits and seeds. For the first time, an analysis of the reproductive activity of almost 240 species of woody plants of different life forms from the collection of the Peter the Great Botanical Garden has been carried out as a reaction to the ongoing and recorded climate warming since the beginning of the XXI century.

Keywords: plant introduction, phenology, monitoring, arboretum Park, Peter the Great Botanical Garden, St. Petersburg, climate

Funding: the work was carried out within the framework of the state assignment on the topic "History of creation, condition, potential for the development of living plant collections of the Peter the Great Botanical Garden of the Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences" (registration number 124020100075–2)

For citation: Tkachenko K. G. Climate and reproductive efforts of woody plants. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 10–20), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

С конца XX века климатологи и фенологи стали фиксировать потепление климата в умеренной зоне. Климатическая и фенологическая тенденция обеспечила успешность перезимовки многих термофильных и ранее считавшихся непригодными для культуры в северо-западном регионе России деревьев и кустарников. Холодные и теплые зимы по-разному влияют на интродуцированные растения, эти климатические особенности отражаются также и на местной дендрофлоре.

В XXI веке потепление климата усилилось, особенно после 2007 г. Так, например, зима 2006–2007 гг. была рекордно короткой и продолжалась лишь 41 день, зато осень длилась почти 5 месяцев. Очень теплым было лето 2010 г., при рекордно высоких температурах июля (24,4 °C). Во втором десятилетии XXI века до конца календарного года зима в отдельные годы так и не наступала – отсутствовал снежный покров, а некоторые растения продолжали вегетацию. Очевидна тенденция к повышению теплообеспеченности и при срав-

нении среднегодовой температуры воздуха. Она повысилась на 2,5 °С по отношению к норме климата XX столетия.

С потеплением климата в начале XXI века в Санкт-Петербурге заметно увеличилось число видов древесных и кустарниковых растений, перешедших в репродуктивное состояние; многие виды начали не только цвести, но и плодоносить. Правда первые годы не все семена были выполненными и жизнеспособными. У целого ряда видов впервые за длительный период интродукции было получено семенное потомство: *Acer japonicum* Thunb. [1]; *Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast. [2]; *Fraxinus oxycarpa* M. Bieb. ex Willd. [3]; *Fraxinus pojarkoviana* V. Vassil. [4]; *Cydonia oblonga* Mill. [5, 6]; *Carpinus orientalis* Mill. [7]; *Acer capillipes* Maxim. [8]; *Pyrus zangezura* Maleev [9]; *Aristolochia macrophylla* Lam. [10]. У некоторых видов отмечено первое цветение, как, например, у *Decaisnea fargesii* Franch. [11].

За период непрерывного фенологического мониторинга (1980–2022 гг.) в Ботаническом саду Петра Великого установлено, что на фоне потепления климата Санкт-Петербурга, начавшегося с конца 1980-х гг., биоклиматическая цикличность проявляется в чередовании ранних теплых (1989, 1990, 1992, 1995, 2007, 2008, 2014, 2015, 2016, 2019, 2020, 2022 гг.) и поздних холодных (1980, 1982, 1985, 1987, 1996, 1998, 2003, 2004, 2006, 2011, 2012, 2013 гг.) лет.

Например, *Abelia koreana* Nakai начала плодоносить лишь через 10 лет после посадки. Разные виды пихт в Ботаническом саду Петра Великого в разные сроки начинают пылить и образовывать шишки, при этом многие семена поражаются вредителями (от 5–20 до 50 %), наездниками-семяедами (хальциды (Chalcidoidea) – надсемейство подотряда стебельчатобрюхие отряда перепончатокрылые). Так, *Abies alba* Mill. и *Abies arizonica* Merr. дали первые шишки на 45 и 40 году жизни соответственно, при этом *Abies* × *arnoldiana* Nitzeliius (*A. koreana* E.H. Wilson × *A. veitchii* Lindl.) начала шишконосить через 12 лет после посадки. *Abies gracilis* Kom. через 30 лет вступила

в генеративное состояние, *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt. – на 35 году жизни, *Abies sachalinensis* F. Schmidt var. – на 20-ом году; при этом *Abies semenovii* В. Fedtsch. лишь в 40 лет перешла в генеративное состояние. Также это отмечено и для *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W. С. Cheng., а также ряда видов рода *Picea* [2, 12, 13, 14].

У видов большого рода клен *Acer*, генеративное состояние наступает на 10–15 или 30–35 год жизни (*Acer palmatum* Thunb. ex Murray, *Acer saccharum* Marshall, *Acer saccharum* Marshall subsp. *nigrum* (Michx. f.) Desmarais) или даже на 50-ый год жизни (*Acer triflorum* Kom.) [15].

Несмотря на то, что условия северо-запада России очень благоприятные для большинства видов флоры Дальнего Востока, однако далеко не все виды быстро переходят в генеративное состояние. Но отмечаемое потепление оказывает на них положительное влияние, и они начинают цвести, а через несколько лет еще и плодоносить, как, например, *Aristolochia macrophylla* Lam. Плодоношение при этом отмечено у 50-летнего экземпляра [10].

Некоторые виды в теплые периоды (годы с короткими и мягкими зимами) начинают цвести, но зачастую в холодные и продолжительные зимы сильно страдают (обмерзают) и (или) выпадают из коллекции. Это, например, *Aucuba japonica* Thunb., *Callicarpa japonica* Thunb., *Chionanthus virginicus* L., *Cladrastis kentukea* (Dum.-Cours.) Rudd, *Mespilus germanica* L., *Paeonia lutea* Franch., *Persica vulgaris* Mill., *Berberis wilsoniae* Hemsl. Многие виды рода *Berberis* вступают в генеративное состояние на 5–7 год жизни.

Ряд видов цветут и даже плодоносят, однако качество семян у них низкое, или даже семена по внешним признакам выглядят как полноценные, а при рентгеноскопическом анализе выясняется, что они пустые, невыполненные. Это было нами отмечено для некоторых видов, например, *Carpinus japonica* Blume и *Carpinus orientalis* Mill. *Cydonia oblonga* Mill., *Decaisnea fargesii*

Franch., ряда видов рода *Exochorda*, *Fothergilla*, *Fraxinus*, *Ilex*, некоторых видов рода *Magnolia*, *Hamamelis virginiana* L., *Lespedeza bicolor* Turcz., *Liriodendron tulipifera* L. [7].

В Ботаническом саду Петра Великого (по данным 2001–2022 гг.) в ранние теплые годы впервые зацвело 52,5 % видов (21 вид из 40 начавших цвести к 2022 г.) и 50,5 % (100 из 198 видов) заплодоносило. В поздние холодные годы зацвело 15 % (6 из 40 видов) и заплодоносило 16,7 % (33 из 198 видов). В средние годы начало цвести 13 из 40 видов (32,5 %), а плодоносить – 32,8 % (65 из 198 видов). На годы с ранним наступлением тепла приходится более 50 % видов, как впервые зацветших, так и заплодоносивших.

Что касается жизненных форм, то преобладают кустарники разных групп роста; много деревьев, в том числе и первой величины, которым требуется длительный период времени для вступления в репродуктивное состояние (*Abies alba*, *Abies semenovii*, *Picea glehnii* и др.); имеются полукустарники (*Rubus giraldianus*), кустарнички, полукустарники и полукустарнички (*Teucrium hircanum*), а также лианы (*Vitis coignetiae*).

Всплеск репродуктивных способностей нами наблюдался в 2007, 2008, 2015 и 2019 гг., когда впервые зацвело или заплодоносило 18–20 видов в год. В 2015 г. было отмечено семеношение даже у *Cryptomeria japonica*, считавшегося до этого оранжерейно-комнатным растением. Примерно на таком же уровне оно поддерживается и после 2015 г. (почти вдвое больше видов, по сравнению с 2001–2006 гг.). Если сравнить по отдельным годам, то самыми урожайными и благоприятными были 4 таких года: 2007 и 2008 гг. (два года с ранним наступлением тепла) – 19 и 20 видов; 2015 г. (один из самых теплых за всю историю наблюдений) – 20 видов и 2019 г. (18 видов).

Chionanthus virginicus в коллекции с 1954 г., отличается слабой зимостойкостью, в парке вымерз и остался только на питомнике. Многие годы отмечалось только цветение, и лишь в 2014 г. впервые отмечено плодоношение.

В настоящее время в условиях прогрессирующего потепления климата поздние холодные годы могут становиться все более благоприятными для растений. Кроме того, это зависит и от условий произрастаний видов в природе. Для таких видов как *Ledum groenlandicum* и *Larix olgensis*, у которых первое плодоношение пришлось на поздне-холодный год, пониженная теплообеспеченность и более короткий вегетационный сезон – нормальное их состояние, они и существуют в таких условиях в природе. Для многих других растений более южного происхождения из стран теплого климата даже незначительное изменение теплообеспеченности имеет важное значение.

Однако, как изменяются качества семян и другие характеристики (качество пыльцы, обилие плодоношения) в годы раннего наступления тепла и позднего холода, имеются ли различия и в какой степени они выражены – вопрос пока что неизученный, особенно на фоне современных тенденций изменений климата. Известно, что на будущий урожай и качество семян влияет не только сумма положительных температур, но и особенности погоды во время цветения (прежде всего осадки, их количество и продолжительность). Для ветроопыляемых видов древесных растений может иметь значение и ветровой режим. Поэтому следует проводить дальнейший непрерывный мониторинг и учитывать такое явление, как биоклиматическая цикличность.

Изменение климата в сторону потепления дает возможность выращивать большее число видов из семян местной репродукции, и, в конечном счете, способствовать их акклиматизации, а также введению в практику городского озеленения.

Еще одна сторона этого вопроса состоит в том, что на фоне продолжающегося потепления климата появляется самосев целого ряда видов, у которых он ранее не наблюдался (*Carpinus betulus* L., *Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl., *Cerasus maximowiczii* (Rupr.) Kom. & Aliss., *Spiraea betulifolia* Pall. и многие другие). Это является важным показателем адаптации и признаком

возможной будущей натурализации вида на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области (и в целом на северо-западе России). При этом многие виды могут стать и становятся потенциально инвазионными [5], что ставит вопросы об их тщательном мониторинге и культуре в контролируемых условиях. Особенности появления и развития самосева у разных видов в годы раннего наступления тепла и позднего похолодания – вопрос дальнейших углубленных исследований.

В современных условиях важно организовать массовое и целенаправленное выращивание растений из семян местной репродукции. Сейчас представляется возможность внедрить в местные питомники для размножения целый ряд интересных и проверенных деревьев и кустарников (*Picea glehnii*, *Ribes fasciculatum*, *Sorbus sargentii* и др.), которые стали продуцировать полноценные жизнеспособные семена.

Заключение. Установлено, что на фоне потепления климата Санкт-Петербурга, начавшегося с конца 1980-х гг., биоклиматическая цикличность проявляется в чередовании лет с ранним наступлением тепла и поздним наступлением холода, что отражается на репродуктивной способности древесных растений и на способности их пережить зимние условия.

Все наиболее суровые и неблагоприятные зимы пришлись на годы с поздним похолоданием. В годы раннего наступления тепла заметно теплее самые холодные зимние месяцы года, достаточно заметное различие проявляется и весной. В XXI веке имеет место всплеск репродуктивной способности древесных растений разных жизненных форм.

За период 2001–2022 гг. в репродуктивное состояние вступили 238 видов, многие из которых до этого в течение десятилетий находились в вегетативном состоянии. Особенно заметно улучшение в репродуктивной сфере растений после аномально-теплой зимы 2006–2007 гг. Оно усилилось после 2015 г., который стал самым теплым за период инструментальных метеорологических

наблюдений. При этом 50,8 % случаев вступления в первое плодоношение (цветение) приходится на годы с ранним наступлением тепла и только 16,4 % случаев – в годы с поздним похолоданием.

В начале XXI века в Санкт-Петербурге заметно увеличилось число видов деревьев и кустарников, достигших репродуктивного состояния. У целого ряда растений отмечен «всплеск» перехода в репродуктивный период и впервые за длительный период интродукции было получено семенное потомство. В таких условиях, когда так заметно меняются уровни адаптированности и по-разному проявляются биологические особенности разных видов растений, несомненно, возрастает роль и значение ведения и обработки длительных рядов непрерывных фенологических наблюдений.

В условиях потепления и изменения климата еще не до конца изучены отдельные факторы, влияющие на рост, развитие и продолжительность жизни древесных растений. Важно проверить, меняется ли и как циркуляция атмосферы, скорость и направление ветра на протяжении последних десятилетий. Летом 2010 г. мы столкнулись с таким явлением, как «блокирующий антициклон», когда в условиях аномально жаркой погоды и при длительной засухе определяющими факторами стали жаростойкость и засухоустойчивость растений. В таких условиях очень важными становятся непрерывный мониторинг, накопление и обработка длительных рядов непрерывных фенологических и метеорологических наблюдений.

Присущие климату циклические колебания приводят к проявлению у растений различных уровней адаптации. Поэтому при подведении итогов интродукции и оценке перспективности для разведения необходимо учитывать цикличность климата, сезонный ритм растений и их ритмо-адаптивные связи. В таких условиях открываются широкие возможности для пополнения, расширения и улучшения ассортимента древесных растений городских зеленых насаждений Санкт-Петербурга и всего северо-запада России в целом.

Список источников

1. Волчанская А. В., Фирсов Г. А., Лаврентьев Н. В. Клен японский (*Acer japonicum* Thunb.) в Санкт-Петербурге // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2010. № 2 (23). С. 66–72.
2. Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Ель Глена (*Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast., Pinaceae) в Санкт-Петербурге // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11. Естественные науки. 2015. № 2 (12). С. 27–39.
3. Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Ясень остроплодный (*Fraxinus oxycarpa* M. Bieb. ex Willd., Oleaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Бюллетень Ботанического сада-института Дальневосточного отделения РАН. 2016. Вып. 16. С. 16–21.
4. Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Ясень Поярковой (*Fraxinus pojarkoviana* V. Vassil., Oleaceae) в Санкт-Петербурге // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: химия, биология, фармацевция. 2016. № 4. С. 105–109.
5. Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Айва обыкновенная (*Cydonia oblonga*, Rosaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 177. Вып. 4. С. 28–36.
6. Фирсов Г. А., Яндовка Л. Ф., Ткаченко К. Г., Волчанская А. В. Особенности экологии и латентного периода *Cydonia oblonga* в Ботаническом саду Петра Великого // Бюллетень Ботанического сада-института Дальневосточного отделения РАН. 2017. Вып. 17. С. 39–44.
7. Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г. Граб восточный (*Carpinus orientalis* Mill., Betulaceae) в Санкт-Петербурге // Бюллетень Главного Ботанического сада. 2018. Вып. 204. № 2. С. 9–15.
8. Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г. Клен волосовидный (*Acer capillipes* Maxim. ex Miq., Sapindaceae) в Санкт-Петербурге // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармацевция. 2018. № 1. С. 152–158.
9. Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Яндовка Л. Ф., Волчанская А. В., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Груша зангезурская (*Pyrus zangezura*, Rosaceae) в Санкт-Петербурге // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180. Вып. 3. С. 12–18.
10. Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Качество семян *Aristolochia macrophylla* Lam. и *A. manshuriensis* Kom. в Санкт-Петербурге // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 2. С. 14–22.
11. Фирсов Г. А. Первое цветение *Decaisnea fargesii* Franch. (Lardizabalaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Цветоводство: история, теория, практика : материалы IX междунар. науч. конф. СПб. : Санкт-

Петербургский государственный электротехнический университет, 2019. С. 226–228.

12. Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е. *Abies semenovii* В. Fedtsch. в Ботаническом саду Петра Великого // *Hortus Botanicus*. 2016. Т. 11. С. 111–118.

13. Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е. Качество репродуктивных диаспор видов рода яблоня (*Malus* Mill.), интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Вестник Удмуртского Университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. Вып. 4. С. 75–80.

14. Фирсов Г. А., Трофимук Л. П. О получении семенного потомства метасеквойи (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W. C. Cheng, Taxodiaceae) в Санкт-Петербурге // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о земле. 2021. Т. 31. Вып. 2. С. 143–151.

15. Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г., Трофимова А. С. Клены (*Acer* L.) Ботанического сада Петра Великого // Полевой журнал биолога. 2021. Т. 3. № 4. С. 357–369.

References

1. Volchanskaya A. V., Firsov G. A., Lavrentiev N. V. *Acer japonicum* Thunb. in St. Petersburg. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2010;2(23):66–72 (in Russ.).

2. Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G. *Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast., Pinaceae) in St. Petersburg. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Estestvennye nauki*, 2015;2(12):27–39 (in Russ.).

3. Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G., Staroverov N. E., Gрязнов А. Ю. *Fraxinus oxycarpa* M. Bieb. ex Willd., Oleaceae in the Peter the Great Botanical Garden. *Byulleten' Botanicheskogo sada-instituta Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN*, 2016;16:16–21 (in Russ.).

4. Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G. *Fraxinus pojarkoviana* V. Vassil., Oleaceae in St. Petersburg. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: khimiya, biologiya, farmatsiya*, 2016;4:105–109 (in Russ.).

5. Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G., Staroverov N. E., Gрязнов А. Ю. *Cydonia oblonga*, Rosaceae in the Peter the Great Botanical Garden. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, 2017;177;4:28–36 (in Russ.).

6. Firsov G. A., Yandovka L. F., Tkachenko K. G., Volchanskaya A. V. Features of ecology and latent period of *Cydonia oblonga* in the Peter the Great Botanical Garden. *Byulleten' Botanicheskogo sada-instituta Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN*, 2017;17:39–44 (in Russ.).

7. Firsov G. A., Tkachenko K. G. *Carpinus orientalis* Mill., Betulaceae in St. Petersburg. *Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo sada*, 2018;204;2:9–15 (in Russ.).

8. Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G. *Acer capillipes* Maxim.

ex Miq., Sapindaceae) in St. Petersburg. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2018;1:152–158 (in Russ.).

9. Tkachenko K. G., Firsov G. A., Yandovka L. F., Volchanskaya A. V., Staroverov N. E., Gryaznov A. Y. *Pyrus zangezura*, Rosaceae in St. Petersburg. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, 2019;180;3:12–18 (in Russ.).

10. Tkachenko K. G., Firsov G. A., Volchanskaya A. V. Seed quality of *Aristolochia macrophylla* Lam. and *A. manshuriensis* Kom. in St. Petersburg. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*, 2020;181;2:14–22 (in Russ.).

11. Firsov G. A. The first flowering of *Decaisnea fargesii* Franch. (Lardizabaceae) in the Peter the Great Botanical Garden. Proceedings from Floriculture: history, theory, practice: *IX Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 226–228), Saint-Petersburg, Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi elektrotekhnicheskii universitet, 2019 (in Russ.).

12. Tkachenko K. G., Firsov G. A., Gryaznov A. Yu., Staroverov N. E. *Abies semenovii* B. Fedtsch. in the Peter the Great Botanical Garden. *Hortus Botanicus*, 2016;11:111–118 (in Russ.).

13. Tkachenko K. G., Firsov G. A., Gryaznov A. Yu., Staroverov N. E. The quality of reproductive diaspores of species of the genus *Malus* Mill. introduced in the Peter the Great Botanical Garden. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle*, 2015;25;4:75–80 (in Russ.).

14. Firsov G. A., Trofimuk L. P. On obtaining seed progeny of *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W. C. Cheng, Taxodiaceae in St. Petersburg. *Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle*, 2021;31;2:143–151 (in Russ.).

15. Firsov G. A., Tkachenko K. G., Trofimova A. S. *Acer* L. Peter the Great Botanical Garden. *Polevoi zhurnal biologa*, 2021;3;4:357–369 (in Russ.).

© Ткаченко К. Г., 2024

Статья поступила в редакцию 28.05.2024; одобрена после рецензирования 17.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 28.05.2024; approved after reviewing 17.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА
И ВОССТАНОВЛЕНИЕ
ЛЕСОВ И СТЕПЕЙ**

**ECOLOGICAL PROTECTION
AND RESTORATION
OF FORESTS AND STEPPEES**

Научная статья

УДК 630*9

EDN FOIWFA

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-22-29>

Несоответствие лесоустроительных данных при проектировании и строительстве линейных объектов в Амурской области

Александр Вадимович Баранов¹, старший преподаватель

Нина Юрьевна Наумова², старший преподаватель

Павел Игоревич Граюшев³, студент магистратуры

^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ baranovmex@mail.ru, ² nnu82@yandex.ru, ³ pasha_grayushev@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ нормативно-правовых документов, регламентирующих учет древесины при проектировании и строительстве линейных объектов на землях государственного лесного фонда. Выявлены проблемные вопросы и пути их решения при использовании данных государственного лесного реестра.

Ключевые слова: лесоустройство, государственный лесной фонд, таксационное описание, линейный объект

Для цитирования: Баранов А. В., Наумова Н. Ю., Граюшев П. И. Несоответствие лесоустроительных данных при проектировании и строительстве линейных объектов в Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 22–29.

Original article

Inconsistency of forest management data in the design and construction of linear facilities in the Amur region

Alexander V. Baranov¹, Senior Lecturer

Nina Yu. Naumova², Senior Lecturer

Pavel I. Grayushev³, Master's Degree Student

^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ baranovmex@mail.ru, ² nnu82@yandex.ru, ³ pasha_grayushev@mail.ru

Abstract. The analysis of normative legal documents regulating the accounting of wood in the design and construction of linear facilities on the lands of the state forest fund is carried out. Problematic issues and ways to solve them when using

data from the state forest register are identified.

Keywords: forest management, state forest fund, tax description, linear facilities

For citation: Baranov A. V., Naumova N. Yu., Grayushev P. I. Inconsistency of forest management data in the design and construction of linear facilities in the Amur region. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 22–29), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Заказчиками большинства инфраструктурных линейных объектов (трубопроводы, ЛЭП, дороги) являются государственные организации или организации с долей государственного участия. Данный факт обязывает указанные организации выбирать подрядчиков выполнения работ по итогам торгов, аукционов, конкурсов и других подобных процедур в соответствии с федеральным законодательством в области государственных закупок.

Строительство линейных объектов предполагает множество организационно-производственных мероприятий. Непосредственно работам, связанным с возведением строений, конструкций и т. д., предшествует ряд изыскательских и проектных работ, в том числе составление сметных расчетов для определения начальной цены для торгов, аукционов, тендеров и т. д.

В сметную стоимость закладываются затраты, связанные с расчисткой полосы отвода под линейный объект от древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на землях различных категорий. Ввиду специфики сноса древесно-кустарниковой растительности на той или иной категории земель в нашей работе рассматривается организация данного вида работ только на землях государственного лесного фонда (ГЛФ), так как большая часть линейных объектов проходит именно через данную категорию земель.

Одним из основных подготовительных этапов перед строительством линейного объекта являются изыскательские работы, в рамках которых выполняются как полевые, так и камеральные работы по уточнению рельефа, состава

грунтов, гидрологических показателей местности, а также наличие или отсутствие древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода линейного объекта. Как показывает практика, в проектах указывается только площадь покрытых древесно-кустарниковой растительностью участков. Однако сметная стоимость на выполнение работ по ее сносу рассчитывается, исходя их количества (в штуках) деревьев и кустарника с диаметром 8 и более сантиметров. Для расчета стоимости сноса растений с диаметром менее 8 сантиметров применяется методика по учету работ в зависимости от площади.

Как известно, сведения о размерно-качественных и количественных показателях древостоя имеются в государственном лесном реестре (ГЛР). После определения координат будущего линейного объекта и площади, приходящейся на земли ГЛФ, в органе исполнительной власти субъекта РФ, уполномоченном в области лесных отношений, запрашивается выписка с ГЛР. Заказ выписки предполагает получение актуальной информации о наличии и характеристике древостоя на соответствующем участке. Однако, далеко не всегда это возможно. Так, на территории Амурской области имеется огромное число лесных кварталов, на которых лесоустройство проводилось более 30–35 лет назад. Другими словами, определение размерно-качественных и количественных показателей древостоев описывалось еще при существовании СССР.

В качестве примера рассмотрим реализуемый в настоящее время проект по строительству линии электропередачи ВЛ 500 кВт «Агорта – Даурия», проходящей по Зейскому, Магдагачинскому и Урушинскому лесничествам (их участковым лесничествам, в том числе Талданскому участковому лесничеству).

Лесоустройство в Талданском участковом лесничестве проводилось в 1986 г. За период с 1986 по 2024 гг. лес и расположенный на нем древостой развивался по своим законам и под воздействием других факторов: антропогенные (рубки, мелиорация, добыча недр и т. д.), стихийные (затопления, природные пожары, нашествия вредителей и т. д.). Таким образом, полагаться на

данные, полученные из документов, составленных почти 40 лет назад, некорректно. Однако, действующее лесное законодательство позволяет использовать устаревшие данные учета лесов для составления сметных расчетов при строительстве линейных объектов.

Данные таксационного описания включают в себя множество показателей, таких как породный состав, возраст, высоту деревьев и их диаметр, запас на гектаре и общий запас на выделе сыроящего леса и (или) сухостоя.

Исполнителям работ по рубке просеки под линию электропередачи оплачивается работа за рубку каждого дерева диаметром свыше 8 см. Зачастую количество деревьев определяется камеральным способом, а не фактическим проведением таксации.

Камеральный способ предполагает определение объема одного дерева и делением приходящегося на полосу отвода запаса по каждой породе. При этом исходные данные (диаметр, высота, порода) для определения объема одного дерева принимаются из таксационного описания. Далее по сортиментным таблицам, применяемым в субъекте РФ [1], определяют объем одного ствола в коре для соответствующей породы.

В зависимости от условий произрастания производительность (прирост запаса на гектаре) лесов отличается. Усредненные показатели представлены в справочниках. Для хвойных лесов Амурской области средний прирост на одном гектаре мягколиственных лесов составляет 1,66 м³/год [2]. Несложный расчет позволяет рассчитать средний прирост за 40 лет (давность лесоустройства). Так, за 40 лет в выделе 5 Талданского участкового лесничества Урушинского лесничества запас на одном гектаре на момент лесоустройства составлял 120 м³; спустя 40 лет он уже будет около 190 м³. Конечно, рассматривать данный расчет для использования в работе не позволительно, так как для каждой конкретной ситуации характерно влияние разных факторов. Однако, данный пример позволяет наглядно представить насколько значительно изменяются

показатели по прошествии времени.

Возможна ситуация, обратная описанной. Например, естественный отпад или отпад вследствие повреждения пожарами или болезнями. В этом случае таксационные показатели будут ниже заявленных в лесоустроительной документации. Еще одним весомым аргументом становится тот факт, что при лесоустройстве деревья были диаметром менее 8 см и соответственно рубка таких участков в сметах учитывается как площадные работы. При этом за период в 40 лет древостой в разы увеличился в диаметре, и на этих участках уже имеется ликвидная древесина.

Все три ситуации, рассмотренные выше, свидетельствуют о недостоверности данных ГЛР фактической характеристике древостоя при давности лесоустройства более 10 лет.

Для полного раскрытия проблематики необходимо ответить на вопрос, *к чему же приводит применение устаревших данных лесоустройства при строительстве линейных объектов?* Для ответа необходимо рассмотреть несколько ситуаций и спрогнозировать последствия:

1. Запас насаждений увеличился.
2. Запас насаждений уменьшился.
3. Запас на участке появился (ранее запас ликвидной древесины отсутствовал).

Кроме расчетов смет на строительство линейного объекта, в том числе рубки просеки, финансовый вопрос встает и при реализации древесины. Он регламентируется постановлением Правительства РФ от 23.07.2009 № 604 [3]. Зачастую при выделении участка под линейный объект оформляется публичный сервитут (правоустанавливающий документ на использование участка). Однако данный документ дает право только на использование самого участка и снос древесно-кустарниковой растительности. При этом заготовленная древесина принадлежит государству и подлежит реализации через Росимущество.

Заявление (уведомление) подается в уполномоченный орган государственной власти или его подведомственные учреждения (лесничества). При этом заявленные объемы к передаче государству должны соответствовать объемам, заявленным к заготовке на основании лесной декларации, которая, в свою очередь, должна соответствовать данным проекта освоения лесов. Данные в проект освоения лесов вносятся на основании информации, представленной в выписке из ГЛР.

Однако, как описывалось выше, при давности лесоустройства более десяти лет, фактические показатели древостоев не соответствуют имеющимся в ГЛР. Следовательно, фактически получаются следующие ситуации:

1. В случае прироста (увеличения запаса) заготовленный объем превышает заявленный. Через Росимущество реализуется меньше древесины, чем имеется по факту. Таким образом, бюджет недополучает средства.

2. Отпад древесины (уменьшение запаса) приводит к завышению объема при передаче государству. Другими словами, на торги выставляется заявленный объем древесины, которой не существует.

3. Появление ликвидного объема. Данная ситуация возможна при наборе толщины деревьев более 8–12 см с момента проведения лесоустройства. Другими словами, имеющаяся ликвидная (дровяная и деловая) древесина не учитывается вовсе и имеющиеся объемы не передаются государству, а бюджет теряет потенциально возможный доход.

Описанная проблема назрела давно и государство дает возможность избежать подобных ситуаций, издавая соответствующие нормативно-правовые акты [4]. Таксационное описание лесосеки позволяет до подачи лесной декларации выполнить работы по проведению фактической таксации. Однако, зачастую при разработке декларации не учитываются данные фактического состояния древостоя и используется информация с ГЛР. Это, в свою очередь, приводит к описанным ситуациям.

Хотя и существуют нормативные акты, регламентирующие процедуры по фактическому определению таксационных показателей древостоя при строительстве линейных объектов, их требования далеко не всегда соблюдаются.

Заключение. *С нашей точки зрения, необходимо разработать поправки в законодательство, позволяющие проводить таксацию леса на этапе изысканий (полевых работ) при проектировании линейных объектов. Таким образом, при отборе проб под будущие фундаменты опор и выполнении геодезических работ (съема местности и установки реперов) будет возможно проводить таксацию и вносить полученные данные в государственный лесной реестр. Это, в конечном итоге, позволит получать достоверную информацию о состоянии лесов, выделяемых под линейные объекты, и, как следствие, составлять сметы по актуальным данным с дальнейшей реализацией древесины государству по фактически имеющимся объемам.*

Список источников

1. Таблицы разрядов высот, сортиментные таблицы, таблицы видовых высот и товарные таблицы // Федеральное агентство лесного хозяйства. URL: https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_use/forest_allocation/tables?page=1 (дата обращения: 12.04.2024).
2. Корякин В. Н. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока. Хабаровск : Хабаровская краевая типография, 2010. 526 с.
3. О реализации древесины, которая получена при использовании лесов, расположенных на землях лесного фонда : постановление Правительства РФ от 23.07.2009 № 604 // Гарант. URL: <https://base.garant.ru/2168984/> (дата обращения: 12.04.2024).
4. Состав сведений, включаемых в таксационное описание лесосеки; порядок составления таксационного описания лесосеки; порядок определения несоответствия таксационного описания информации о фактическом состоянии лесосеки; формы таксационного описания лесосеки : приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 14.10.2022 № 687 // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405657887/> (дата обращения: 12.04.2024).

References

1. Tables of height categories, sorting tables, tables of view heights and commodity tables. *Rosleshoz.gov.ru* Retrieved from https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_use/forest_allocation/tables?page=1 (Accessed 12 April 2024) (in Russ.).
2. Koryakin V. N. *Handbook for accounting of forest resources of the Far East*, Khabarovsk, Khabarovskaya kraevaya tipografiya, 2010, 526 p. (in Russ.).
3. On the sale of wood obtained from the use of forests located on the lands of the forest fund: Decree of the Government of the Russian Federation dated 07/23/2009 No. 604. *Garant.ru* Retrieved from <https://base.garant.ru/2168984/> (Accessed 12 April 2024) (in Russ.).
4. The composition of the information included in the tax description of the cutting area; the procedure for compiling the tax description of the cutting area; the procedure for determining the inconsistency of the tax description of information on the actual state of the cutting area; the forms of the tax description of the cutting area: order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated 10/14/2022 No. 687. *Garant.ru* Retrieved from <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405657887/> (Accessed 12 April 2024) (in Russ.).

© Баранов А. В., Наумова Н. Ю., Граюшев П. И., 2024

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*232.427

EDN GKFLXC

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-30-37>

Модернизация процесса подготовки почвы для посадки лесных культур

Виктор Валерьевич Владимиров¹, студент магистратуры

Руслан Анатольевич Хахаев², аспирант

Вера Александровна Савченкова³, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

^{1,2,3} Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Мытищинский филиал), Московская область, Мытищи, Россия

¹ vladimirovviktor@yandex.ru, ² xaxaev.ruslan@gmail.com,

³ v9651658826@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме автоматизации процесса лесовосстановления, решение которой направлено на улучшение состояния лесных участков после использования леса в рамках применения проектируемого роботизированного посадочного комплекса. Проведены комплексное авторское моделирование и модернизация конструкции роторатора, адаптированного для работы в автоматическом режиме.

Ключевые слова: роторатор, очистка лесного участка, лесные культуры, корчеватель пней

Для цитирования: Владимиров В. В., Хахаев Р. А., Савченкова В. А. Модернизация процесса подготовки почвы для посадки лесных культур // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 30–37.

Original article

Modernization of the soil preparation process for planting forest crops

Viktor V. Vladimirov¹, Master's Degree Student

Ruslan A. Khakhaev², Postgraduate Student

Vera A. Savchenkova³, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

^{1,2,3} Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch)

Moscow region, Mytishchi, Russia

¹ vladimirovviktor@yandex.ru, ² xaxaev.ruslan@gmail.com,

³ v9651658826@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of automation of the reforestation process, the solution of which is aimed at improving the condition of forest areas after using the forest as part of the application of the projected robotic planting complex. Comprehensive author's modeling and modernization of the rotovator design adapted for automatic operation have been carried out.

Keywords: rotovator, clearing of a forest area, forest crops, stump uprooting

For citation: Vladimirov V. V., Khakhaev R. A., Savchenkova V. A. Modernization of the soil preparation process for planting forest crops. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 30–37), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Согласно приказу Минприроды России от 09.12.2014 № 545 «Об утверждении Методики оценки эффективности осуществления органами государственной власти субъектов Российской Федерации переданных в соответствии со статьей 83 Лесного кодекса Российской Федерации полномочий Российской Федерации в области лесных отношений» и постановлению Правительства Российской Федерации от 06.03.2012 № 194 «Об утверждении критериев оценки эффективности деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации по осуществлению переданных полномочий Российской Федерации в области лесных отношений», одним из ключевых критериев, характеризующих организацию и обеспечение воспроизводства лесов, расположенных на землях лесного фонда, является соотношение площади искусственного лесовосстановления и площади сплошных рубок лесных насаждений. Согласно утвержденной методике расчета эффективности, при равных значениях предпочтение отдается субъекту Российской Федерации, имеющему наибольшее значение индикатора «площадь искусственного лесовосстановления в гектарах», то есть чем больше площадь искусственного восстановления, тем эффективнее.

Мероприятия по искусственному восстановлению лесов являются очень трудозатратными. В настоящее время для создания лесных культур путем их посадки преимущественно используется меч Колесова. Уровень механизации

указанных мероприятий в стране очень низкий – ориентировочно до 25 % [1]. Автоматизация практически полностью отсутствует.

В соответствии с утвержденной методикой восстановления лесов выбираются специальные машины и инструменты для проведения запланированных работ (обработки почвы, посева семян, посадки сеянцев или рассады). Проблема применения роботизированного посадочного комплекса заключается в большом разнообразии факторов, мешающих посадке лесных культур. К такого рода факторам относятся пни, кустарники, неровности почвы и др. Для решения данной проблемы целесообразно использовать навесное адаптированное и унифицированное оборудование – ротоватор.

На свежих вырубках с использованием двухвального плуга проводится обработка почвы, при этом чаще всего не используется корчевка пней. Ее можно выполнять как сплошным способом, так и полосами, но для лесовосстановления используется только полосная корчевка пней. Для этой цели применяются корчевальные машины, такие как КМ-1, МРП-2А и др., а также корневые вычесыватели, которые удаляют корни растений после корчевки пней [2].

Цель исследования – комплексное авторское моделирование и модернизация конструкции ротоватора, адаптированного для работы в автоматическом режиме на базе роботизированного посадочного комплекса и унифицированного для совместной работы по посадке саженцев.

Результаты исследования могут быть применены в областях лесного и аграрного хозяйства, в том числе в садоводстве. Это включает использование данных методик для профилактики пожаров, рекультивации поврежденных лесных территорий, очистки территорий от порубочных остатков, аэрации почвы, а также для извлечения корней и пней.

Ротоватор – приспособление, прикрепляемое к трактору, которое используется для обработки почвы, чтобы измельчить корни, пни и камни. Этот инструмент подобен мульчеру, но работает в глубину почвы. Ротоватор делает

почву более рыхлой и однородной, что помогает получить хороший урожай. Данный агрегат также известен как лесная фреза. Он специально разработан для того, чтобы обрабатывать почву на глубину до 70 сантиметров. Хотя внешне он может напоминать мульчер, функциональные различия между ними существенны. Особенно важна конструкция зубьев: они создают необходимую механическую силу и расположены значительно ниже уровня креплений, что обеспечивает легкость в перемещении при сохранении высокой эффективности воздействия. Зубья, выполненные из высокопрочных сплавов, эффективно разрушают корневища и пни, а также выталкивают крупные камни, мешающие возделыванию, вспахиванию и посеву земель. Внимание следует уделить способу крепления режущих элементов и их держателей. Держатели должны быть надежно соединены с ротором путем сварки, а зубья фиксируются на нем при помощи болтового соединения. Крайне важно, чтобы элементы крепления были устойчивы к износу, а также не испытывали боковых нагрузок [3].

Ротаваторы имеют корпус, который состоит из высокопрочной стали и вместе с ротором образует измельчающую камеру. В результате работы ротаватора формируется равномерный слой почвы; специальный каток с отвалом обеспечивает его волнообразную конструкцию в плане и дополнительно уплотняет, а это имеет существенное значение для обеспечения хорошего водопоглощения почвой и ее сопротивления потере влаги, а также для устойчивости к ветровой эрозии и другим эрозийным воздействиям. При длительном использовании под высокими нагрузками зубья фрезы изнашиваются и деформируются, что может ухудшить качество работы. Тем не менее, приобрести необходимые запасные части для их замены обычно не составляет труда.

На сегодняшний день различают два вида ротаватора: механические и гидравлические. *Гидравлический ротаватор* работает от гидросистемы трактора, экскаватора, погрузчика и т. д. Для такого оборудования необходим

мощный гидромотор, призванный обеспечивать необходимую производительность. При использовании гидромотора существует дополнительная потеря мощности. Так, например, гидромотор имеет коэффициент полезного действия, равный 0,78, что означает возможность установки на одну и ту же технику менее мощных роторов гидравлического типа, относительно механических. *Механический ротор* работает от вала отбора мощности. В таком исполнении мощность от техники осуществляет передачу посредством карданного вала к редуктору, который обычно работает с частотой вращения около 1 000 об/мин. Для избегания поломок скорость движения техники с работающим ротором не должна превышать 0,3 км/ч. С этой целью на технику устанавливается ходоуменьшитель. Передача вращения на ротор производится чаще всего с помощью ременной или цепной передачи [4]. Не сложно понять, что оба эти варианта являются технически сложными в производстве и обслуживании и требуют специальных навыков персонала, что влечет значительное удорожание применения данной техники.

В отличие от традиционного использования в качестве дополнительного навесного оборудования, ротор на базе роботизированного комплекса имеет в своей конструкции интегрированный во вращающийся барабан (ротор) электродвигатель, что позволяет существенно снизить массу и габариты установки, а также производить точные настройки частоты вращения ротора для получения оптимальных значений. Использование электропривода позволяет управлять им при помощи электронного блока управления по заранее установленному алгоритму. Электрический привод дает возможность моментально остановить вращающийся ротор, что существенно увеличивает безопасность эксплуатации ротора.

В процессе моделирования были использованы и модернизированы конструкторские решения существующих установок, а также внедрены новые,

перспективные технологии. Для моделирования и создания масштабной электронной конструкции с использованием 3D-технологий было использовано программное обеспечение Sharp.

Такое моделирование открыло возможность применить 3D-печать, что существенно ускорило модернизацию конструкции (рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид роторатора

В процессе модернизации роторатора должна решаться задача, связанная с объездом крупных препятствий транспортировочной тележкой. При движении по заданному району лесовосстановительных работ агрегат может совершать криволинейные и зигзагообразные движения. На пути следования на одном гектаре может быть до 800 пней, что создает кривизну на маршруте до 30 и до 5 метров на отдельных участках. Такое криволинейное движение с частыми поворотами усложняет работу всего комплекса и, как следствие, снижает качество выполняемых работ. Во время криволинейного движения почвообрабатывающих инструментов для рабочих элементов возникают препятствия по ряду причин:

- 1) отсутствие возможности точно направить агрегат так, чтобы он проходил исключительно через промежутки между препятствиями;
- 2) наличие препятствий, которые остаются незаметными, так как они

находятся под землей (например, корневые системы);

3) отсутствие возможности избежать столкновения с препятствием (например, при создании строго прямолинейных канав и полос на местности с неудаленными пневыми остатками) [5];

4) почва, содержащая песок, значительно усложняет движение и маневрирование.

В данной связи проводятся полевые испытания транспортной тележки на гусеничном ходу для определения характеристики, связанной с преодолением препятствий, а именно проходимости. Это один из критериев, оценивающих использование роботов, разработанных для функционирования в условиях экстремальной среды.

Использование робота проектируется для условий равнинного рельефа и характерных для него типов почв, включая песчаные и супесчаные, которые характеризуются сыпучестью и рыхлостью. На таких почвах существует риск проворачивания ходовой части на месте или закапывания при выполнении крутого поворота.

Необходимо учитывать, что механизмы передвижения робота, разработанные для других задач, могут не иметь нужного уровня тяги для эффективного перемещения по песчаным и супесчаным грунтам. Всесторонние испытания робота на местности указанного типа помогут выявить проблемы в конструкции и производительности, связанные с необходимостью поддерживающего технического обслуживания и ремонта в полевых условиях. В связи с этим ведется эксперимент по созданию опытного образца роторатора для дальнейшего испытания в полевых условиях.

Список источников

1. Григорьев И. В., Григорьева О. И., Никифорова А. И. Технология и машины лесовосстановительных работ : учебник. СПб. : Лань, 2022. 272 с.

2. Баранов А. В. Лесовосстановительные машины : учебное пособие. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2014. 89 с.
3. Трошев А. А. Некоторые направления разработки техники для лесовосстановления на вырубках // Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс». URL: <https://interactive-plus.ru/e-articles/320/Action320-112802.pdf> (дата обращения: 09.05.2024).
4. Бартнев И. М., Поздняков Е. В. Эффективные и экологически безопасные технологии удаления пней на вырубках // Лесотехнический журнал. 2013. № 4. С. 146–151.
5. Бартнев И. М. К вопросу столкновения лесохозяйственных машин с препятствиями на вырубках // Вестник Центрально-Черноземного регионального отделения наук о лесе Академии естественных наук Воронежской государственной лесотехнической академии. 1998. Вып. 1. С. 230–234.

References

1. Grigoriev I. V., Grigorieva O. I., Nikiforova A. I. *Technology and machines of reforestation: textbook*, Saint-Petersburg, Lan', 2022, 272 p. (in Russ.).
2. Baranov A. V. *Reforestation machines: textbook*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2014, 89 p. (in Russ.).
3. Troshev A. A. Some areas of development of equipment for reforestation in deforestation. *Interactive-plus.ru* Retrieved from <https://interactive-plus.ru/e-articles/320/Action320-112802.pdf> (Accessed 09 May 2024) (in Russ.).
4. Bartenev I. M., Pozdnyakov E. V. Effective and environmentally safe technologies for removing stumps in cuttings. *Lesotekhnicheskii zhurnal*, 2013;4:146–151 (in Russ.).
5. Bartenev I. M. On the issue of collision of forestry machines with obstacles in deforestation. *Vestnik Tsentral'no-Chernozemnogo regional'nogo otdeleniya nauk o lese Akademii estestvennykh nauk Voronezhskoi gosudarstvennoi lesotekhnicheskoi akademii*, 1998;1:230–234 (in Russ.).

© Владимир В. В., Хахаев Р. А., Савченкова В. А., 2024

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 674.8

EDN HDLRDQ

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-38-41>

**Комплексная переработка древесины
в Амурской области на примере топливных гранул**

Антон Александрович Елискин, преподаватель
Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия, eliskin1993@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о комплексном использовании отходов древесины, образующейся в результате лесозаготовительной и деревообрабатывающей деятельности. Эксплуатационные леса Амурской области занимают 18 418,6 га с объемом древесины 1 771,71 млн. м³. 13,5 % данного объема древесины являются отходами. В лесозаготовительном и деревообрабатывающем производстве переработка отходов не производится. Приведено обоснование получения топливных гранул. Проанализированы показатели сжигания топлива, а также способ получения топливных гранул.

Ключевые слова: лесозаготовка, комплексное использование древесины, переработка древесной биомассы, топливные гранулы, биоэнергетика

Для цитирования: Елискин А. А. Комплексная переработка древесины в Амурской области на примере топливных гранул // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 38–41.

Original article

**Integrated wood processing
in the Amur region on the example of fuel pellets**

Anton A. Eliskin, Lecturer
Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
eliskin1993@mail.ru

Abstract. The article considers the issue of the integrated use of wood waste generated as a result of logging and woodworking activities. The operational forests of the Amur region occupy 18,418.6 hectares with a volume of 1,771.71 million m³ of wood. 13.5% of this volume of wood is waste. There is no waste recycling in the logging and woodworking industries. The justification for the production of fuel

pellets is given. The indicators of fuel combustion, as well as the method of obtaining fuel pellets, are analyzed.

Keywords: logging, integrated use of wood, processing of wood biomass, fuel pellets, bioenergy

For citation: Eliskin A. A. Integrated wood processing in the Amur region on the example of fuel pellets. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 38–41), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

В результате сокращения площади эксплуатационных лесов встает вопрос о комплексном использовании древесины, которое представляет экономически выгодное, прежде всего для предприятий, использование всей древесной массы, образующейся в результате лесозаготовки и деревопереработки. В настоящее время комплексное использование древесины в Амурской области практически не развито.

Образующиеся древесные отходы при лесозаготовке и деревопереработке накапливаются у предприятий или используются в качестве топлива без дальнейшей переработки. Кроме того, в регионе отсутствуют эффективные программы комплексного и полного использования древесины. Лесозаготовительным предприятиям выгоднее сжечь порубочные остатки и фаутную древесину или оставить их на месте заготовки для дальнейшего перегнивания, чем производить переработку.

Площадь лесов Амурской области составляет 3 194 800 га, из которых площадь эксплуатационных занимает 18 418,6 га [1].

В результате лесозаготовительной деятельности образуется большой объем лесосечных отходов [2]. При этом нормативы образования отходов от объема заготовки древесины составляют: сучья – 6,8 %; ветви – 5,85 %; вершины – 0,85 %. Данные отходы могут быть направлены для дальнейшей переработки с целью получения топливных гранул.

По состоянию на 01 января 2023 г. в эксплуатационных лесах лесного

фонда Амурской области сконцентрирован запас насаждений, составляющий 1 771,71 млн. м³ [3]. Исходя из среднего значения образования отходов, равного 13,5 %, получим сырьевую базу для производства топливных гранул объемом 239,2 млн. м³.

Топливные (или древесные) гранулы представляют собой прессованные цилиндры диаметром от 4 до 10 мм, длиной от 2 до 5 см, переработанные из высушенных отходов лесозаготовительного и деревообрабатывающего производств: кора, сучки, ветки, древесные опилки, стружка, и т. д. [4]. Они нашли широкое применение для отопления жилых домов с использованием специальных котлов.

С экологической точки зрения, топливные гранулы имеют ряд преимуществ по сравнению с углеводородными видами топлива [2].

Традиционный способ получения топливных гранул включает ряд этапов:

- 1) сбор отходов лесосечных или деревообрабатывающих производств;
- 2) транспортировка до места дальнейшей переработки;
- 3) измельчение древесных отходов;
- 4) сушка измельченной древесины;
- 5) прессование измельченной древесины через шнековый гранулятор;
- 6) фасовка и хранение готовой продукции.

Так как производство топливных гранул в Амурской области не налажено, переработка лесосечных отходов для их производства позволит лесозаготовителям не только комплексно и бережно использовать весь объем заготавливаемой древесной массы, но получить дополнительную прибыль.

Список источников

1. Состав земель лесного фонда и земель иных категорий, на которых расположены леса // Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области. URL: <https://minlhpб.amurobl.ru/pages/otkrytye-dannye/sostav-zemel-lesnogo-fonda-i-zemel-inykh-kategoriy-na-kotorykh->

[raspolozheny-lesa/](https://minlhpb.amurobl.ru/pages/otkrytye-dannye/raspolozheny-lesa/) (дата обращения: 12.05.2024).

2. Елискин А. А. Энергетический потенциал древесных и сельскохозяйственных отходов в Амурской области // Молодежь XXI века: шаг в будущее : материалы XIX регион. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. С. 110–111.

3. Распределение площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста // Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области. URL:

<https://minlhpb.amurobl.ru/pages/otkrytye-dannye/raspredelenie-ploshchadi-lesov-i-zapasov-drevesiny-po-preobladayushchim-porodam-i-gruppam-vozrasta/> (дата обращения: 12.05.2024).

4. Костюченко Н. С. Обзор рынка пеллет // Эксперт Северо-Запад. 2010. № 12.

References

1. The composition of the lands of the forest fund and lands of other categories on which forests are located. *Minlhpb.amurobl.ru* Retrieved from <https://minlhpb.amurobl.ru/pages/otkrytye-dannye/sostav-zemel-lesnogo-fonda-i-zemel-inykh-kategoriy-na-kotorykh-raspolozheny-lesa/> (Accessed 12 May 2024) (in Russ).

2. Eliskin A. A. Energy potential of wood and agricultural waste in the Amur region. Proceedings from Youth of the XXI century: a step into the future: *XIX Regional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 110–111), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018 (in Russ.).

3. Distribution of forest area and timber reserves by predominant species and age groups. *Minlhpb.amurobl.ru* Retrieved from

<https://minlhpb.amurobl.ru/pages/otkrytye-dannye/raspredelenie-ploshchadi-lesov-i-zapasov-drevesiny-po-preobladayushchim-porodam-i-gruppam-vozrasta/> (Accessed 12 May 2024) (in Russ.).

4. Kostyuchenko N. S. Pellet market overview. *Ekspert Severo-Zapad*, 2010;12 (in Russ.).

© Елискин А. А., 2024

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*181.3

EDN CMISNB

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-42-47>

**Влияние рубки и пожара на дыхание
лесных почв в южной части Амурской области**

Александр Викторович Иванов¹, кандидат сельскохозяйственных наук,
научный сотрудник

Ольга Андреевна Пилецкая², кандидат биологических наук, научный
сотрудник

Даниил Дмитриевич Волков³, студент

^{1, 2} Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения
РАН, Амурская область, Благовещенск, Россия

³ Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ aleksandr86@mail.ru, ² olgapiletskaya1988@gmail.com,

³ dv.daniil13@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования по влиянию рубки и пожара на сезонную динамику эмиссии углекислого газа в лесных культурах Благовещенского лесничества. Установлено, что максимальные значения эмиссии CO₂ приходились на конец июля – начало августа (период максимальной активности почвенных микроорганизмов). Вырубка леса привела к увеличению суммарной годовой эмиссии CO₂ с поверхности почвы на 17 %; пожар – на 38 %.

Ключевые слова: эмиссия углекислого газа, рубка, пожар, сезонная динамика, почва

Для цитирования: Иванов А. В., Пилецкая О. А., Волков Д. Д. Влияние рубки и пожара на дыхание лесных почв в южной части Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 42–47.

Original article

**The effect of logging and fire on the respiration
of forest soils in the southern part of the Amur region**

Alexander V. Ivanov¹, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher

Olga A. Piletskaya², Candidate of Biological Sciences, Researcher

Daniil D. Volkov³, Student

^{1,2} Institute of Geology and Nature Management of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

³ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ aleksandr86@mail.ru, ² olgapiletskaya1988@gmail.com,

³ dv.daniil13@mail.ru

Abstract. Studies have been conducted on the effect of logging and fire on the seasonal dynamics of carbon dioxide emissions in forest crops of the Blagoveshchensk forestry. It was found that the maximum values of CO₂ emissions occurred at the end of July – beginning of August (the period of maximum activity of soil microorganisms). Deforestation led to an increase in the total annual CO₂ emissions from the soil surface by 17%; fire – by 38%.

Keywords: carbon dioxide emissions, logging, fire, seasonal dynamics, soil

For citation: Ivanov A. V., Piletskaya O. A., Volkov D. D. The effect of logging and fire on the respiration of forest soils in the southern part of the Amur region. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 42–47), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Дыхание почв – важная функциональная характеристика экосистем, определяющая величину баланса углерода в конкретных условиях. В настоящее время глобальный поток углерода из почв оценивается в 91 Гт С/год, а антропогенные эмиссии составляют 11,2 % этой величины [1]. Для России аналогичные величины составляют 4,3 Гт С/год и 13,9 % [2].

Рост глобальной температуры воздуха ускоряет процессы минерализации почвенного органического вещества, поэтому наблюдается достоверный тренд увеличения дыхания почв в мире со скоростью 0,09 Гт С/год [1]. В этих изменениях значима роль бореальных лесов, которые обеспечивают 15 % глобальной почвенной эмиссии и 23 % ее ежегодного увеличения [3]. Усиление эмиссий в бореальном биоме на 45 % вызвано климатическими причинами и на 55 % изменениями в землепользовании [3].

Нарушения структуры лесов (пожары, рубки, ветровалы и т. д.), как правило, приводят к усилению почвенной эмиссии углекислого газа. Для адаптации лесопользования к изменениям климата важно понимание взаимосвязи

между нарушениями и изменениями в эмиссии.

Цель исследования состоит в выявлении влияния рубки и пожара на сезонную динамику эмиссии углекислого газа в лесных культурах Благовещенского лесничества.

Условия и методика исследований. Объект исследований – три пробные площади, заложенные в условиях растущих лесных культур сосны 40-летнего возраста, гари в культурах после сильного верхового пожара 4-летней давности и на вырубке на месте санитарной рубки лесных культур.

Исследования начаты в ноябре 2022 г. и выполнялись на протяжении сезонов 2023–2024 гг., включая зимний холодный период.

Оценку потоков CO₂ из почвы осуществляли закрытым камерным методом по изменению концентрации в непрозрачных цилиндрических ПВХ-камерах высотой 20 см и диаметром 10 см, вкопанных в почву на глубину 3–4 см. На каждой пробной площадке было установлено по 6 камер. Растительность живого напочвенного покрова в камерах удалялась. Измерение концентрации углекислого газа в замкнутой системе «камера – устройство» проводили прибором, выполненными на основе портативного инфракрасного CO₂-газоанализатора AZ 7752 (AZ Instrument Corp., Тайвань), предварительно откалиброванного по высокоточному CO₂-анализатору Li-6200 (LiCor, Небраска, США).

Одновременно с за мерами эмиссии измеряли температуру почвы на глубине 10 см и приземного слоя воздуха с помощью термометра с выносным датчиком Chectemp1 (Hanna Instruments). Дальнейшие расчеты выполняли с специальных формах Excel, где приращение концентраций CO₂ по количественным закономерностям молекулярно-кинетической теории пересчитывалось в массовый поток углерода с единицы площади.

Результаты исследований. На рисунке 1 показана сезонная динамика дыхания почв на трех участках за период 2022–2024 гг. Максимальные значе-

ния эмиссии приходится на конец июля – начало августа, то есть период максимальной активности почвенных микроорганизмов. Пик эмиссии на гари в мае 2023 г. вероятно связан с проведенной санитарной рубкой в сухостое культур сосны. В целом для участка лесных культур характерны минимальные значения эмиссии.

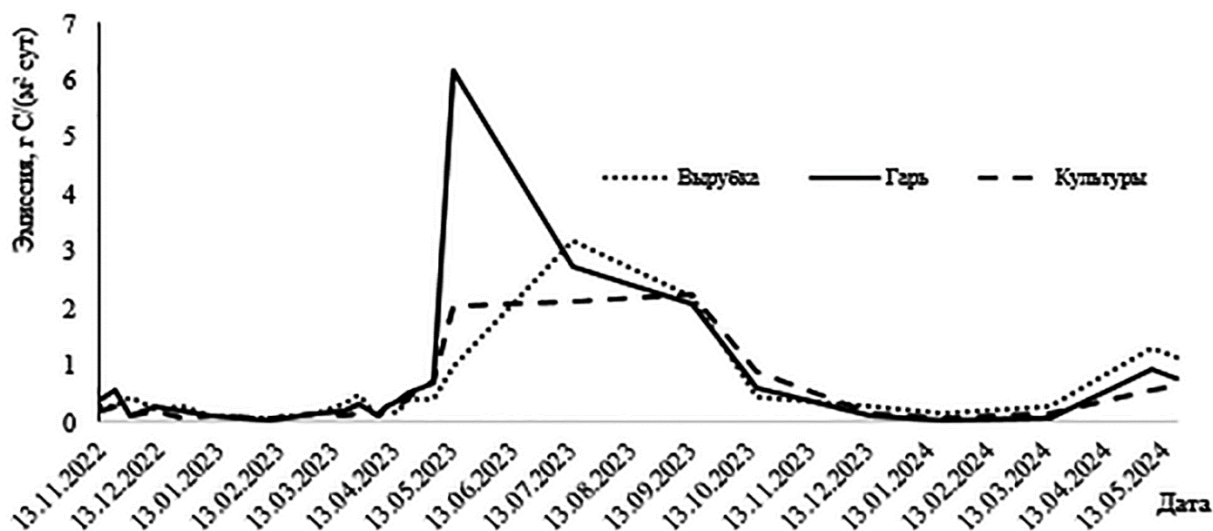


Рисунок 1 – Сезонная динамика эмиссии CO₂ почв на трех участках измерений

На рисунке 2 представлена функция взаимосвязи эмиссии и температуры почвы, которая является хорошим предиктором сезонной динамики потока углекислого газа.

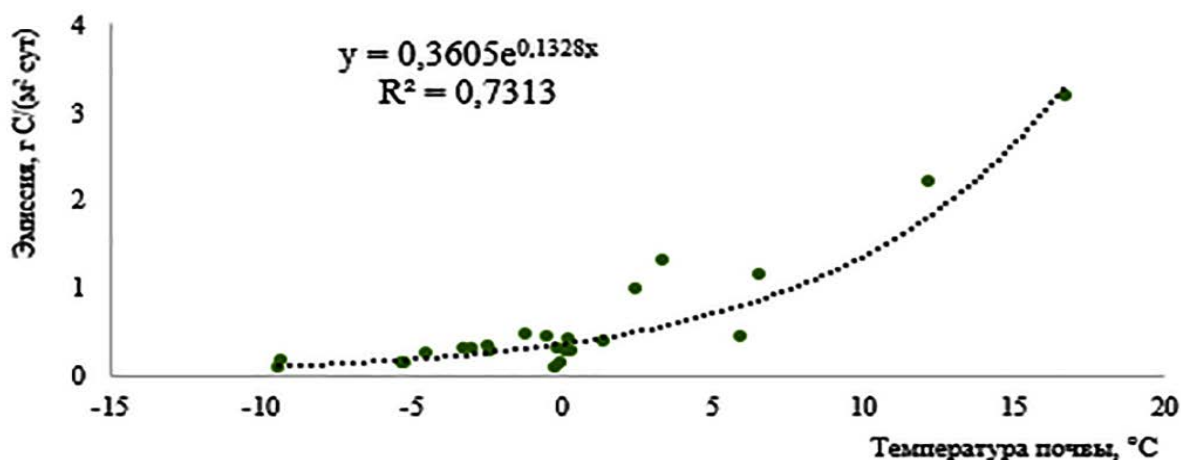


Рисунок 2 – Связь эмиссии углекислого газа с поверхности почвы с температурой почвы (10 см) на участке «Культуры сосны»

Для периода 2023 г. выполнен расчет суммарной годовой эмиссии на трех участках на основе фактических значений. Общее дыхание почв за указанный период на участках культуры сосны, вырубки и гари составило соответственно 3,43; 3,97 и 4,75 т С/га в год.

Заключение. Таким образом, учитывая, что все три участка были изначально одним лесным массивом лесных культур сосны, можно оценить величину усиления дыхания почв, вызванного нарушениями. Вырубка леса привела к увеличению суммарной годовой эмиссии CO₂ с поверхности почвы на 17 %, а пожар, соответственно, на 38 %.

Полученные данные помогут уточнить значения эмиссии и, следовательно, оценок регионального бюджета углерода лесов в связи с происходящими пожарами и рубками лесных насаждений.

Список источников

1. Hashimoto S., Carvalhais N., Ito A., Migliavacca M., Nishina K., Reichstein M. Global spatiotemporal distribution of soil respiration modeled using a global database // *Biogeosciences*. 2015. Vol. 12. P. 4121–4132.
2. Ваганов Е. А., Порфирьев Б. Н., Широков А. А., Колпаков А. Ю., Пыжев А. И. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений // *Экономика региона*. 2021. Т. 17. Вып. 4. С. 1096–1109.
3. Huang N., Wang L., Song X.-P., Black T. A., Jassal R. S., Myneni R. B. [et al.]. Spatial and temporal variations in global soil respiration and their relationships with climate and land cover // *Science Advances*. 2020. Vol. 6. P. 1–11.

References

1. Hashimoto S., Carvalhais N., Ito A., Migliavacca M., Nishina K., Reichstein M. Global spatiotemporal distribution of soil respiration modeled using a global database. *Biogeosciences*, 2015;12:4121–4132.

2. Vaganov E. A., Porfiriev B. N., Shirov A. A., Kolpakov A. Yu., Pyzhev A. I. Assessment of the contribution of Russian forests to reducing the risks of climate change. *Ekonomika regiona*, 2021;17;4:1096–1109 (in Russ.).

3. Huang N., Wang L., Song X.-P., Black T. A., Jassal R. S., Myneni R. B. [et al.]. Spatial and temporal variations in global soil respiration and their relationships with climate and land cover. *Science Advances*, 2020;6:1–11.

© Иванов А. В., Пилецкая О. А., Волков Д. Д., 2024

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*18

EDN BYFFFFY

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-48-55>

**Потенциальные возможности восстановления
северо-таежных лесов при снижении аэротехногенной нагрузки**

Ирина Владимировна Лянгузова¹, доктор биологических наук

Павел Николаевич Катютин², кандидат биологических наук

^{1, 2} Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской академии наук
Санкт-Петербург, Россия

¹ ILyanguzova@binran.ru, ² paurussia@binran.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ ряда показателей лесных экосистем Кольского полуострова за периоды наблюдений с высокой и низкой интенсивностью эмиссии поллютантов. Выявлены признаки естественного восстановления сосновых лесов в ответ на снижение аэротехногенной нагрузки. При дальнейшем уменьшении техногенного пресса будет увеличиваться продуктивность стволовой древесины сосны; постепенно восстанавливаться структура и биомасса напочвенного покрова на территории буферной зоны; уменьшаться содержание никеля и меди в доминантных видах растений.

Ключевые слова: аэротехногенное загрязнение, северная тайга, Кольский полуостров, лесные экосистемы

Благодарности: авторы выражают благодарность за оказанную помощь при подготовке статьи А. И. Беляевой и Е. Н. Волковой.

Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23–26–00193).

Для цитирования: Лянгузова И. В., Катютин П. Н. Потенциальные возможности восстановления северо-таежных лесов при снижении аэротехногенной нагрузки // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 48–55.

Original article

**Potential opportunities for recovery
of northern taiga forests under reduction of aerotechnogenic load**

Irina V. Lyanguzova¹, Doctor of Biological Sciences

Pavel N. Katyutin², Candidate of Biological Sciences

^{1, 2} V. L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences

Saint-Petersburg, Russia

¹ ILyanguzova@binran.ru, ² paurussia@binran.ru

Abstract. A comparative analysis of a number of indicators of forest ecosystems of the Kola peninsula for observation periods with high and low intensity of pollutant emissions was carried out. Signs of natural recovery of pine forests in response to the reduction of aerotechnogenic load were revealed. With further reduction of the anthropogenic pressure, the productivity of pine trunk wood will increase; the structure and biomass of the ground cover in the buffer zone will gradually recover; the nickel and copper content of dominant plant species will continue to decrease.

Keywords: aerotechnogenic pollution, northern taiga, Kola peninsula, forest ecosystems

Acknowledgments: the authors thank A. I. Belyaeva and E. N. Volkova for their assistance in preparing the article.

Funding: the work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (project No. 23–26–00193).

For citation: Lyanguzova I. V., Katyutin P. N. Potential opportunities for recovery of northern taiga forests under reduction of aerotechnogenic load. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 48–55), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

В настоящее время широкое распространение получила концепция экосистемных услуг, включающая в себя социально-экономические и природоохранные цели. Лесные экосистемы предоставляют целый комплекс экосистемных услуг, в частности производство древесины, пиломатериалов, целлюлозы, бумаги и др.; недревесные ресурсы леса (съедобные растения, ягоды, грибы, лекарственные растения); среда обитания (поддержание плодородия почв, предоставление среды обитания для других организмов); регулирование климатических факторов; культурные услуги (отдых и экологический туризм). Проблема аэротехногенного загрязнения окружающей среды по-прежнему остается актуальной, несмотря на предпринимаемые в последние десятилетия усилия многих стран по снижению промышленных эмиссий загрязняющих веществ. Особое внимание и бережное отношение необходимы хвойным лесам

северной тайги, произрастающим в суровых климатических условиях, что делает их наиболее уязвимыми и ранимыми к стрессовым факторам, одним из которых является техногенное загрязнение.

Мурманская область, занимающая практически полностью Кольский полуостров, – один из наиболее индустриально развитых регионов России; на ее территории расположены крупные предприятия цветной и черной металлургии, минеральных удобрений и строительных материалов, лесной, деревообрабатывающей и рыбной промышленности.

Металлургический комбинат «Североникель» был основан в середине 1930-х гг. в г. Мончегорске для выплавки цветных металлов из полиметаллических руд. Он всегда был и остается одним из ведущих предприятий никелевой промышленности СССР и России, занимает ведущие позиции в мировом производстве никеля. На различных этапах производственного цикла в атмосферу поступает диоксид серы с примесью мелкодисперсной полиметаллической пыли, содержащей в основном соединения Ni, Cu, Co. В результате многолетнего техногенного воздействия комбината на окружающую среду значительные территории оказались трансформированы, хвойные леса на площади 3,7 тыс. га полностью уничтожены.

Согласно опубликованным данным, за период 1981–1990 гг. ежегодный объем атмосферных выбросов SO₂ комбината «Североникель» превышал в среднем 220 тыс. т, твердых веществ – 16 тыс. т.; затем происходило постепенное снижение объемов выбросов, и к концу XX в. они составляли соответственно 45,8 и 6,0 тыс. т в год. В настоящее время ежегодный объем выбросов SO₂ и твердых веществ составляет соответственно 35–37 и 2,9–3,4 тыс. т в год. Логично предположить, что столь резкое снижение эмиссии поллютантов должно благотворно отразиться на состоянии как отдельных компонентов лесных сообществ, так и экосистем в целом, что позволит оценивать потенциальные возможности естественного восстановления наземных экосистем.

В 2020 г. Генеральная Ассамблея ООН объявила 2021–2030 гг. десятилетием Восстановления экосистем (The United Nations Decade on Ecosystem Restoration). При этом в числе шести главных барьеров, препятствующих достижению целей глобальной программы, наряду с финансовыми, политическими, социальными, экономическими и техническими причинами указана недостаточность научных знаний о закономерностях и лучших практиках управляемого восстановления. Однако это свидетельствует и об актуальности исследований естественного восстановления, поскольку управление данным процессом в той или иной степени должно базироваться на знаниях о закономерностях посттехногенной динамики экосистем, проходящей без вмешательства человека [1].

Цель настоящей работы – выявление признаков естественного восстановления лесных экосистем Кольского полуострова после снижения антропогенной нагрузки.

Методика исследований. Оценку потенциальной возможности естественного восстановления лесных экосистем на фоне резкого снижения интенсивности эмиссии поллютантов проводили на основе сравнительного анализа значений ряда показателей за два периода наблюдений: 1980–1999 гг. (режим больших объемов атмосферных выбросов) и 2000–2019 гг. (режим сниженных объемов выбросов).

Исследования проводили в средневозрастных сосновых лесах, расположенных в фоновом районе (свыше 80 км от источника загрязнения) Кольского полуострова, на территории буферной (в 30–40 км от источника загрязнения) и импактной (в 10–15 км от источника загрязнения) зон комбината «Североникель» (г. Мончегорск, Мурманская обл.).

Эдификатором древесного яруса является сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. В травяно-кустарничковом ярусе фоновых сосновых лесов доминируют кустарнички: брусника *Vaccinium vitis-idaea* L., черника *V. myrtillus* L.,

вороника *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, в мохово-лишайниковом – зеленые мхи *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum* sp. и лишайники *Cladonia rangiferina* (L.) Weber ex F. H. Wigg., *Cl. stellaris* (Opiz.) Pouzar & Vězda, *Cl. arbuscula* (Wallr.) Flot. На загрязненной территории в травяно-кустарничковом ярусе доминируют те же виды кустарничков, а в мохово-лишайниковом ярусе преобладают лишайники рода *Cladonia* с шиловидными и сцифовидными подециями. Почвы в исследуемых сообществах относятся к Al-Fe-гумусовым подзолам.

Оценку уровня загрязнения местообитаний осуществляли на основе интегрального индекса техногенной нагрузки (ИТН), который представляет собой превышение содержания кислоторастворимых форм никеля, меди и кобальта в верхнем органогенном горизонте Al-Fe-гумусовых подзолов в зонах загрязнения над их суммарным фоновым содержанием [2].

Статистическая обработка данных проведена в программе Statistica 64 с использованием дисперсионного и регрессионного анализа, непараметрических критериев для оценки достоверности различий.

Результаты исследований. Установлено, что несмотря на многократное снижение объемов атмосферных выбросов комбинатом «Североникель» по мере приближения к источнику загрязнения возрастает уровень загрязнения почв тяжелыми металлами, что выражается в увеличении значений ИТН. На территории буферной зоны средние значения этого показателя варьируют от 6,3 до 17,4 отн. ед.; в пределах импактной зоны величина ИТН в среднем составляет 135 отн. ед. Это свидетельствует об очень высокой степени фитотоксичности почв в радиусе 20–30 км от комбината «Североникель» и представляет угрозу для экологической безопасности недревесных ресурсов леса.

Сравнительный анализ радиального прироста деревьев сосны за два периода исследований выявил различия в ответной реакции на снижение аэротехногенного загрязнения (табл. 1).

Таблица 1 – Основные статистические параметры радиального прироста деревьев сосны на высоте 1,3 м от основания в исследуемых зонах

Зона	Период, годы	Mean	SD	Min	Max	CV, %	z (p)
Фоновая	1980–1999	1,462	0,414	0,758	2,125	28	4,842 (<0,001)
	2000–2019	0,685	0,160	0,402	1,008	23	
Буферная	1980–1999	0,755	0,166	0,530	0,549	22	–0,555 (0,58)
	2000–2019	0,758	0,124	1,069	0,993	16	
Импактная	1980–1999	0,401	0,133	0,271	0,703	33	–4,071 (<0,001)
	2000–2019	0,611	0,094	0,391	0,736	15	

Примечания: Mean – среднее значение радиального прироста, мм; SD – стандартное отклонение; Min и Max – минимальное и максимальное значения; CV – коэффициент вариации; z – значение критерия Манна–Уитни; p – уровень значимости.

В фоновых условиях во второй период наблюдений произошло достоверное двукратное уменьшение радиального прироста по отношению к первому периоду. Снижение данного параметра не связано с уменьшением интенсивности аэротехногенного загрязнения, а обусловлено увеличением возраста дерева вследствие возрастания диаметра ствола.

Наиболее ярко ответная реакция радиального прироста сосны на снижение аэротехногенной нагрузки выражена в импактной зоне, где во второй период произошло 1,5-кратное увеличение ширины годичных колец по отношению к первому периоду, и в настоящее время величина этого параметра сопоставима с фоновыми значениями.

Таким образом, при дальнейшем снижении объемов атмосферных выбросов комбинатом «Североникель» возможно восстановление продуктивности стволовой древесины сосны на загрязненной территории.

Сравнительный анализ запаса надземной биомассы почвенного покрова изученных сосновых лесов в период высоких (1982–1996 гг.) и низких (2014–2019 гг.) объемов атмосферных выбросов показал, что на территории буферной и импактной зон наблюдаются противоположные тенденции изменения этих показателей. В буферной зоне общий запас биомассы нижних ярусов увеличился в 2 раза и произошло изменение структуры биомассы: если в

1982–1996 гг. доля травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов в общем запасе биомассы составляла соответственно 79 и 21 % [3], то в 2014 г. доля травяно-кустарничкового яруса снизилась до 22 %, а мохово-лишайникового возросла до 78 % [4].

На территории импактной зоны в настоящее время общий запас биомассы нижних ярусов сократился почти в 2 раза по сравнению с предыдущим периодом. Таким образом, при дальнейшем снижении интенсивности эмиссии поллютантов в сосновых лесах буферной зоны возможно постепенное восстановление почвенного покрова в отличие от импактной зоны, где состояние нижних ярусов оценивается как полностью разрушенное.

При сопоставлении уровней накопления тяжелых металлов в индикаторных видах растений за два периода исследований (1980–1999 и 2000–2019 гг.) установлено, что на территории буферной зоны различия в содержании тяжелых металлов в ассимиляционных органах растений незначимы. В пределах импактной зоны максимальное снижение содержания никеля и меди в 6–8 раз обнаружено в листьях вороники, а минимальное (менее 3 раз) – в листьях черники. Уменьшение содержания тяжелых металлов в ассимиляционных органах лекарственных растений обусловлено меньшим количеством пылевых частиц, поступающих из загрязненного воздуха на поверхность листовой пластинки в процессе седиментации.

Список источников

1. Воробейчик Е. Л. Естественное восстановление наземных экосистем после прекращения промышленного загрязнения. 1. Обзор современного состояния исследований // Экология. 2022. № 1. С. 3–41.
2. Методы изучения лесных сообществ. СПб. : Научно-исследовательский институт химии, 2002. 240 с.
3. Проблемы экологии растительных сообществ Севера. СПб. : ВВМ, 2005. 450 с.

4. Лянгузова И. В., Ярмишко В. Т., Евдокимов А. С., Беляева А. И. Состояние сосновых лесов Кольского полуострова на фоне снижения объемов атмосферных выбросов предприятием цветной металлургии // Растительные ресурсы. 2018. № 4. С. 516–531.

References

1. Vorobeychik E. L. Natural recovery of terrestrial ecosystems after the cessation of industrial pollution. 1. A state of the art review. *Ekologiya*, 2022;1:3–41 (in Russ.).

2. *Methods for studying forest communities*, Saint-Petersburg, Nauchno-issledovatel'skii institut khimii, 2002, 240 p. (in Russ.).

3. *Problems of ecology of plant communities of the North*, Saint-Petersburg, VVM, 2005, 450 p. (in Russ.).

4. Lyanguzova I. V., Yarmishko V. T., Evdokimov A. S., Belyaeva A. I. The state of pine forests of the Kola peninsula against the background of reduced atmospheric emissions by non-ferrous metallurgy enterprise. *Rastitel'nye resursy*, 2018;4: 516–531 (in Russ.).

© Лянгузова И. В., Катютин П. Н., 2024

Статья поступила в редакцию 16.05.2024; одобрена после рецензирования 30.05.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 16.05.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*232.19

EDN BYWIJV

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-56-60>

**Оценка вариабельности по росту полусибсового потомства
кедра сибирского 20-летнего возраста**

Альбина Михайловна Пастухова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М. Ф. Решетнева, Красноярский край, Красноярск, Россия, albinp@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ изменчивости полусибсового потомства
кедра сибирского по скорости роста в 20-летнем биологическом возрасте. Вы-
явлены существенные различия по высоте и диаметру стволика между семь-
ями. Отмечено, что семенное потомство, выращенное из семян слабоурожай-
ного года, отличается высоким уровнем изменчивости.

Ключевые слова: полусибсовое потомство, кедр сибирский, испытатель-
ные культуры, скорость роста, уровень изменчивости

Для цитирования: Пастухова А. М. Оценка вариабельности по росту по-
лусибсового потомства кедра сибирского 20-летнего возраста // Охрана и ра-
циональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф.
(Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ,
2024. С. 56–60.

Original article

**Estimation of variability in the growth of half-siblings
Pinus sibirica offspring aged 20 years**

Albina M. Pastukhova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk krai, Krasnoyarsk, Russia, albinp@yandex.ru

Abstract. The analysis of the variability of half-sibling *Pinus sibirica* offspring
in terms of growth rate at 20 years of biological age was carried out. Significant
differences in the height and diameter of the stem between the families were re-
vealed. It is noted that the seed progeny grown from seeds of a low-yielding year
has a high level of variability.

Keywords: half-sibling offspring, *Pinus sibirica*, test crops, growth rate, level
of variability

For citation: Pastukhova A. M. Estimation of variability in the growth of half-

siblings *Pinus sibirica* offspring aged 20 years. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 56–60), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

При проведении работ по лесовыращиванию и искусственному лесовосстановлению актуальным остается вопрос генотипического разнообразия создаваемых насаждений, а также интенсификации данного процесса. Многие исследователи подчеркивают необходимость и возможность сокращения срока выращивания лесных культур за счет применения отбора семей, клонов, использования семян улучшенной и сортовой селекционных категорий [1, 2].

Представляет практический интерес также изучение проявления хозяйственно-ценных признаков у семенного потомства, полученного от свободного переопыления, сосредоточенного на одном участке. В этом случае можно ожидать появления новых форм, генотипов, сочетающих и различные комбинации интересующих показателей.

Целью данной работы стал анализ изменчивости по росту полусибирского потомства кедра сибирского в 20-летнем биологическом возрасте.

Условия и методика исследований. Объектами исследований выступало полусибирское потомство кедра сибирского, выращенного из семян, собранных в плантационных культурах зеленой зоны г. Красноярск в слабый по уровню урожайности год.

Материнские растения отличаются разным географическим происхождением и возрастом (алатайское (урочища Атушкень, Курли, Туштуезень), бирюсинское, лениногорское, танзыбейское, черемховское, читинское, тисульское), а также морфологической формой. Выделены в 1,3-летнем возрасте по числу верхушечных почек от одной до четырех, длине семядолей (длинная, короткая), числу семядолей (от 10 до 14 шт.), категории крупности (средние по высоте и диаметру, превышающие средние показатели и ниже средних). По

фенологической формой выделены ранние и поздние. При этом биологический возраст материнских растений на момент сбора семян составлял по участкам плантационных культур: «Известковый 1», «Метеостанция» – 39 лет, «Известковый 2» – 26 лет.

Результаты исследований. Как видно из данных, представленных в таблице 1, в 20-летнем возрасте отмечен высокий уровень изменчивости по скорости роста. Средний прирост растений на 13-й год после пересадки варьировал от 1,6 до 24,6 см, что свидетельствует о проявлении различий по адаптации к новым условиям произрастания.

Таблица 1 – Показатели 20-летнего семенного потомства

Показатели	Среднее	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %	Min	Max
<i>Плантация «Известковая 1»</i>					
Высота, см	2,58±0,256	1,116	43,3	0,70	4,34
Диаметр стволика, мм	47,0±5,498	23,92	50,9	11,8	90,2
Средний прирост, см	12,9±1,280	5,58	43,3	3,5	21,7
<i>Плантация «Метеостанция»</i>					
Высота, см	2,00±0,202	0,831	41,6	0,31	3,18
Диаметр стволика, мм	37,0±3,320	13,68	36,9	7,2	63,8
Средний прирост, см	10,0±1,008	4,156	41,6	1,6	15,91
<i>Плантация «Известковая 2»</i>					
Высота, м	2,36±0,227	1,015	43,0	0,76	4,92
Диаметр стволика, мм	49,0±4,690	20,98	42,8	20,3	103,2
Средний прирост, см	11,8±1,130	1,60	17,4	3,8	24,6

Лучшим по скорости роста является семенное потомство, полученное от переопыления деревьев, произрастающих на плантации «Известковая 1». Отстают от них семьи материнских деревьев участка «Метеостанция». Отчасти это может быть связано с тем, что на первом объекте отсутствует северный климатип – ярцевский, который отличается медленным ростом.

Проведенный дисперсионный анализ показал существенность различий между полусибсовым потомством по высоте и диаметру стволика, что свиде-

тельствует о сохранении высокого уровня генетического разнообразия семенного потомства в 20-летнем возрасте (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Показатели	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F-критерий	Значимость
<i>Высота, м</i>					
Между группами	34,877	25	1,395	1,938	0,044
Внутри групп	20,877	29	0,720	–	–
Всего	55,754	54	–	–	–
<i>Диаметр стволика, мм</i>					
Между группами	15 283,418	25	611,337	2,258	0,018
Внутри групп	7 852,996	29	270,793	–	–
Всего	23 136,413	54	–	–	–

Уровень межсемейной изменчивости по скорости роста в высоту и диаметру стволика также высокий. Средняя высота семей варьировала от 1,24 до 4,23 м, а диаметр стволика – от 20,0 до 90,2 мм.

Максимальную скорость роста проявляют семьи Ку-48 (исходно – материнское дерево алтайского происхождения), Би-39, Шу-47 (местные – бирюсинский и шумихинский климатип). Среди вариантов плантации «Метеостанция» можно выделить по данному признаку семьи: 6-58 (ярцевского происхождения), 8-90 (тисульского происхождения).

Из полусибов материнских деревьев разных морфологических форм лучшим ростом отличались семьи: 7-31, 42-27 (три верхушечные почки).

Закключение. Таким образом, в 20-летнем возрасте можно отметить сохранение высокого уровня внутри- и межсемейной изменчивости по скорости роста в семенном потомстве кедра сибирского, несмотря на слабый по показателю урожайности год.

Представленное исследование выполнено в рамках государственного задания № FEFE–2024–0013 по заказу Министерства науки и высшего образования РФ коллективом научной лаборатории «Селекция древесных растений»

по теме «Селекционно-генетические основы формирования целевых насаждений и рационального использования древесных ресурсов Красноярского края (Енисейской Сибири)».

Список источников

1. Видякин А. И. Эффективность плюсовой селекции древесных растений // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. XXVII. № 1–2. С. 18–24.
2. Раевский Б. В., Куклина К. К., Щурова М. Л. Селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Карелии // Труды Карельского научного центра РАН, 2020. № 3. С. 45–59.

References

1. Vidyakin A. I. Efficiency of positive breeding of woody plants. *Khvoinye boreal'noi zony*, 2010;XXVII;1–2:18–24 (in Russ.).
2. Rayevsky B. V., Kuklina K. K., Shchurova M. L. Selection and genetic assessment of the plus trees of scots pine in Karelia. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN*, 2020;3:45–59 (in Russ.).

© Пастухова А. М., 2024

Статья поступила в редакцию 17.05.2024; одобрена после рецензирования 30.05.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 17.05.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*22

EDN EKPДQG

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-60-66>

Компенсационное лесовосстановление в Приморском крае

Ольга Юрьевна Приходько, кандидат биологических наук, доцент
Приморский государственный аграрно-технологический университет
Приморский край, Уссурийск, Россия, Kravchenko_olia@list.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности компенсационного лесовосстановления в условиях Приморского края. Представлены результаты осуществления мероприятий по компенсационному лесовосстановлению в регионе. Установлено, что требование по использованию посадочного материала только с закрытой корневой системой нецелесообразно для регионов, в которых отсутствует соответствующая материально-техническая база; ключевым фактором искусственного лесовосстановления является не вид посадочного материала, а отнесение непокрытых лесом площадей к землям, на которых расположены леса. Сделан вывод о необходимости четкого порядка межрегионального маневрирования и монетизации компенсационных мероприятий.

Ключевые слова: компенсационное лесовосстановление, лесоправление, посевной и посадочный материал

Для цитирования: Приходько О. Ю. Компенсационное лесовосстановление в Приморском крае // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 60–66.

Original article

Compensatory reforestation in the Primorsky krai

Olga Yu. Prikhodko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Primorsky State Agrarian and Technological University
Primorsky krai, Ussuriysk, Russia, Kravchenko_olia@list.ru

Abstract. The features of compensatory reforestation in the conditions of the Primorsky krai are considered. The results of the implementation of compensatory reforestation measures in the region are presented. It has been established that the requirement to use planting material only with a closed root system is impractical for regions in which there is no appropriate material and technical base; the key factor in artificial reforestation is not the type of planting material, but the attribution

of uncovered areas to the lands on which forests are located. It is concluded that there is a need for a clear procedure for interregional maneuvering and monetization of compensation measures.

Keywords: compensatory reforestation, forest management, sowing and planting material

For citation: Prikhodko O. Yu. Compensatory reforestation in the Primorsky krai. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 60–66), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Интенсивное освоение лесных экосистем региона приводит к их деградации, что особенно четко проявляется при отводе лесных земель под создание линейных и площадных объектов, использовании лесов в целях осуществления геологического изучения недр, разведки и добычи полезных ископаемых, строительстве, ремонте и эксплуатации водных объектов, переводе лесных земель в земли иных категорий.

С целью минимизации ущерба лесным экосистемам постановлением Правительства Российской Федерации от 07.05.2019 № 566 утверждены Правила выполнения работ по лесовосстановлению и лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка. Данные правила предусматривают проведение компенсационных мероприятий в целях сохранения показателей лесистости территории путем создания искусственных насаждений на непокрытых лесной растительностью участков, равных по площади изымаемым из лесного фонда, не связанным с ведением лесного хозяйства [1].

В настоящей статье *предпринята попытка оценки реализации компенсационного лесовосстановления на региональном уровне, а также разработки рекомендаций по его совершенствованию.*

Проведение компенсационных работ по лесовосстановлению и лесоразведению предусматривается на непокрытых лесом землях (вырубках, гарях,

территориях с погибшими насаждениями, прогалинах и др.), а также на нарушенных землях в процессе их рекультивации.

Площадь участков, на которых предусматривается компенсационное лесовосстановление, соответствует площади насаждений, на которых осуществлена рубка. При этом мероприятия по компенсационному лесовосстановлению проводятся искусственным или комбинированным способами и включают в себя создание лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой [2].

Следует отметить, что мероприятия по компенсационному лесовосстановлению проводятся только на старых вырубках, гарях, на участках погибших насаждений, прогалинах и пустырях. На свежих вырубках работы по лесовосстановлению осуществляются арендаторами лесного фонда, осуществляющими заготовку древесины [3].

Компенсационное лесовосстановление реализуется на незакрепленных договорами аренды с лесопользователями лесных участках. Реестр лесных участков, предусмотренных под компенсационное лесовосстановление, выставлен на официальном сайте Министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды, животного мира и природных ресурсов Приморского края. Реестр регулярно обновляется и на сегодняшний день фонд компенсационного лесовосстановления составляет 279,88 га. Сведения о компенсационном лесовосстановлении приводятся в форме 11-ОИП (раздел 5), анализ показателей которой представлен на рисунках 1, 2.

Лесовосстановление считается завершенным после отнесения восстановленных земель к землям, на которых расположены леса. Количество и периодичность агротехнических и лесоводственных уходов должно быть рассчитано на этот период. Проектами компенсационного лесовосстановления предусматривается проведение агротехнических уходов в течение трех лет с момента посадки (рис. 3). В тоже время, в зависимости от выбранной породы

и схемы посадки, смыкание крон лесных культур произойдет не раньше, чем через 8–20 лет.

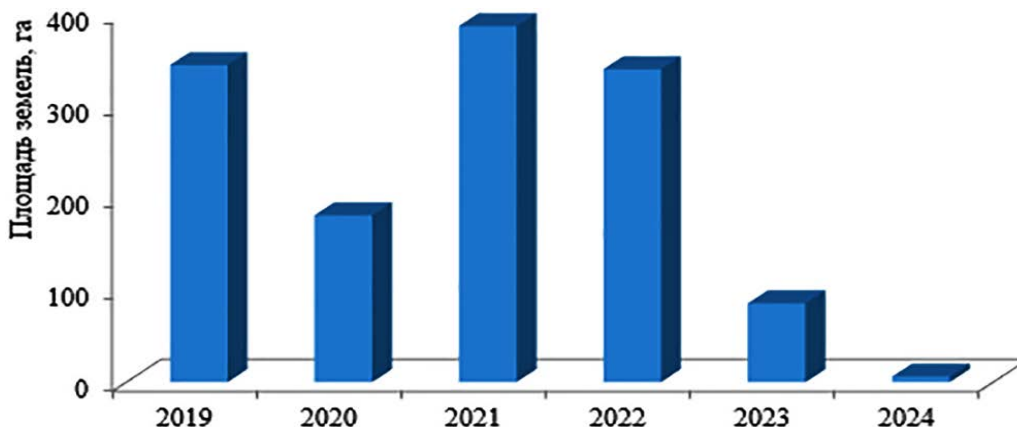


Рисунок 1 – Площадь земель, по которым наступили обязательства по компенсационному лесовосстановлению или лесоразведению, га

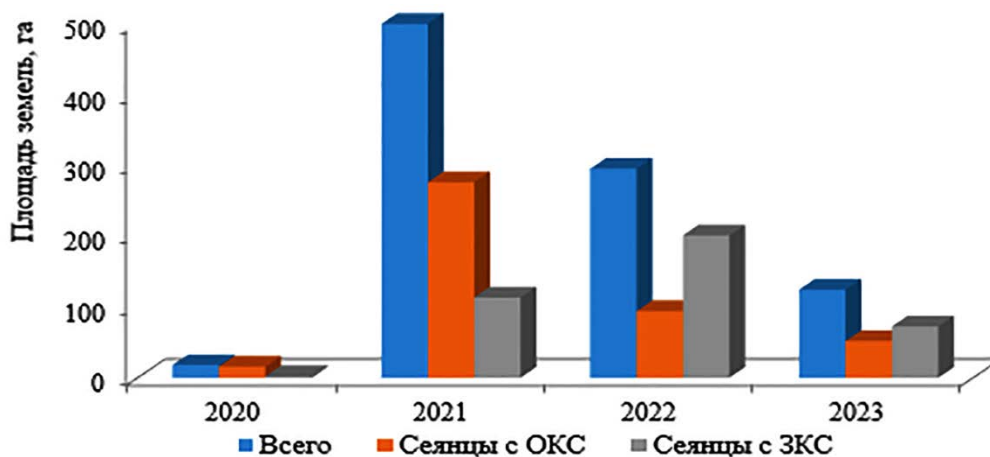


Рисунок 2 – Площадь земель, на которых проведено компенсационное лесовосстановление, га

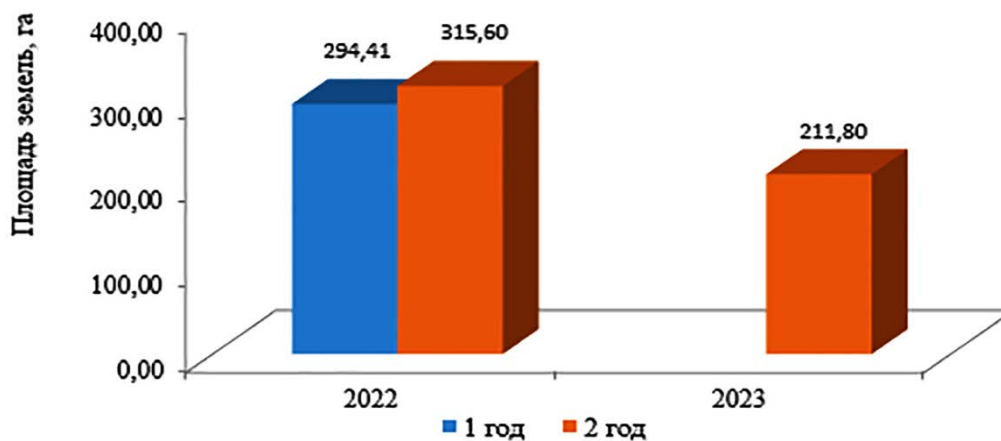


Рисунок 3 – Площадь земель, на которых проведены агротехнические уходы за лесными растениями основных лесных древесных пород, га

Другим важным моментом в мероприятиях компенсационного лесовосстановления является катастрофическая нехватка посевного материала местных лесообразующих пород в регионе. Приморские арендаторы лесного фонда не имеют обременений по заготовке семян [4]. Существует острая необходимость развития в регионе лесосеменных плантаций для постоянного обеспечения лесокультурного производства качественным посадочным материалом.

В целом, приведенные выше правила по обеспечению компенсационного лесовосстановления, принятые Правительством РФ [1], положительно влияют на динамику баланса выбытия и восстановления лесов.

Требование в части перехода на создание лесных культур только посадочным материалом с закрытой корневой системой необоснованно для регионов, в которых отсутствует необходимая материально-техническая база.

Полагаем, что монетизация компенсационных мероприятий позволила бы снизить риски невыполнения обязательств при банкротстве или ликвидации организаций, на которых возложена обязанность произвести работы по лесовосстановлению. Также была бы создана возможность предусмотреть лесоводственные уходы до отнесения участков к землям, на которых расположены леса; а также осваивать транспортно-недоступные или захламленные участки.

Необходим четкий порядок межрегионального маневрирования компенсационного лесовосстановления, который позволит использовать силы и средства более рационально и получить больший лесоводственный и экономический эффект от компенсационных мероприятий.

Список источников

1. Правила выполнения работ по лесовосстановлению и лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации, и лицами, обратившимися с ходатайством или заявлением об изменении целевого назначения лесного участка : постановление Правительства Российской Федерации от 07.05.2019 № 566 // Гарант. URL:

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72140722/> (дата обращения: 10.03.2024).

2. Платонов Е. П., Оплетаев А. С., Залесов С. В., Башегуров К. А. Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению // Лесной вестник. 2021. Т. 25. № 6. С. 5–10.

3. Балданова Л. П. Оценка реализации компенсационного лесовосстановления на примере Иркутской области // Известия Байкальского государственного университета. 2022. Т. 32. № 2. С. 407–414.

4. Олифиренко А. В. Программа лесоразведения в Приморском крае // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока : материалы всерос. науч. конф. Хабаровск : Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 2021. С. 142–150.

References

1. Rules for the performance of reforestation and afforestation by persons using forests in accordance with Articles 43–46 of the Forest Code of the Russian Federation, and persons who have applied for a change in the purpose of a forest area: Decree of the Government of the Russian Federation No. 566 dated 05/07/2019. *Garant.ru* Retrieved from <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72140722/> (Accessed 10 March 2024) (in Russ.).

2. Platonov E. P., Opletaev A. S., Zalesov S. V., Bashegurov K. A. Ways to improve measures for compensatory reforestation. *Lesnoi vestnik*, 2021;25;6:5–10 (in Russ.).

3. Baldanova L. P. Assessment of the implementation of compensatory reforestation on the example of the Irkutsk region. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2022;32;2:407–414 (in Russ.).

4. Olifirenko A. V. Afforestation program in Primorsky krai. Proceedings from Intensification of the use and reproduction of forests in Siberia and the Far East: *Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 142–150), Khabarovsk, Dal'nevostochnyi nauchno-issledovatel'skii institut lesnogo khozyaistva, 2021 (in Russ.).

© Приходько О. Ю., 2024

Статья поступила в редакцию 17.05.2024; одобрена после рецензирования 30.05.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 17.05.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*165:630*5(470.53)

EDN NACGSE

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-67-74>

**Регулируемые человеком факторы при моделировании
выращивания древостоев и лесных культур**

Михаил Владимирович Рогозин, доктор биологических наук, профессор
Пермский государственный аграрно-технологический университет
Пермский край, Пермь, Россия, rog-mikhail@yandex.ru

Аннотация. В результате сплошного картирования деревьев в 55-летних культурах сосны на площади 1,9 га выяснено, что на 24-х пробных площадях их густота в 30 лет детерминировала диаметры деревьев спустя 25 лет на 74 % и естественное изреживание на 22 %. На уровне микроценозов площадь питания 2 тыс. живых и отпавших деревьев повлияла на их диаметры на 1,8 и 9,4 %, при уровнях корреляции $0,134 \pm 0,057$ и $0,307 \pm 0,020$. Вполне очевидно, что при таком слабом влиянии густоты в микроценозах, при уходе за лесом, начиная с 30 лет, густота древостоя уже не является главным фактором в моделях выращивания леса – ее снижение в этом возрасте опаздывает и потому теоретически несостоятельно.

Ключевые слова: древостой, лесные культуры, ход роста, модели ухода, лесные плантации, выращивание леса

Для цитирования: Рогозин М. В. Регулируемые человеком факторы при моделировании выращивания древостоев и лесных культур // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 67–74.

Original article

**Human-controlled factors in modeling
the cultivation of stands and forest crops**

Mikhail V. Rogozin, Doctor of Biological Sciences, Professor
Perm State Agrarian and Technological University, Perm krai, Perm, Russia
rog-mikhail@yandex.ru

Abstract. As a result of continuous mapping of trees in 55-year-old pine crops on an area of 1.9 hectares, it was found that in 24 test areas their density at 30 years determined tree diameters by 74% after 25 years and natural thinning by 22%. At

the level of microcenoses, the feeding area of 2 thousand living and fallen trees affected their diameters by 1.8 and 9.4%, with correlations of 0.134 ± 0.057 and 0.307 ± 0.020 . It is quite obvious that with such a weak influence of density in microcenoses when caring for forests starting from the age of 30, the density of the stand is no longer the main factor in forest cultivation models – its decrease at this age is late and therefore theoretically untenable.

Keywords: stand, forest crops, growth course, care models, forest plantations, forest cultivation

For citation: Rogozin M. V. Human-controlled factors in modeling the cultivation of stands and forest crops. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 67–74), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Моделировать систему древостоя как целостного сообщества с учетом среды его обитания означает понять ее структуру, связи элементов и внешних факторов и далее прогнозировать ее развитие с выбором оптимального управленческого решения. Модели даже простых древостоев – это модели сложных экосистем. Обнаружена их связь с активностью Солнца и извержениями вулканов [1], и это планетарные явления. В то же время есть изменяемые человеком факторы, например, начальная густота культур и качество посадочного материала. Важно заметить, что густота действует на двух уровнях: на уровне макро- и микроценоза, и они регулируются на «входе» в модель. Эти уровни различны и в данной статье мы это покажем.

Нами исследованы 55-летние культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), 1Б класса бонитета, созданные посадкой по схеме $1,82 \times 1,10$ м в 1966 г. на раскорчеванной вырубке в лесах ныне Пермского городского лесничества. Почва супесчаная, подстилаемая на 1,6–2,8 м прослойками плотного опесчаненного суглинка на надпойменной террасе р. Кама. Координаты составляют $N58^{\circ}02'13''$; $E56^{\circ}00'18''$. На основе более раннего изучения написана монография о конкуренции деревьев с описанием методики картирования деревьев в программе «ArcMap 10» [2].

Всего за 2 года на карту нанесли около 2 тыс. деревьев на площади 1,9 га.

Близко расположенные деревья наносили на план с точностью $\pm 3\text{--}5$ см относительно друг друга, а дальние (более 3–4 м) с точностью $\pm 10\text{--}15$ см. Столь обширный материал с картированием структуры древостоев на 24-х пробных площадях впервые позволил с высокой точностью рассчитать влияние фактора густоты на размеры деревьев по трендам на точечных диаграммах.

В результате удалось выяснить, что в этих культурах их ретрогустота в возрасте около 30 лет (1 153–2 207 дер./га) детерминировала диаметры деревьев спустя 25 лет с силой 74 % и повлияла на естественное изреживание на 22 %. Это было влияние *на уровне древостоя*, и его можно считать очень сильным, даже несмотря на небольшие колебания ретрогустоты (в 1,9 раза) в этом достаточно однородном по почвенным условиям насаждении (рис. 1).

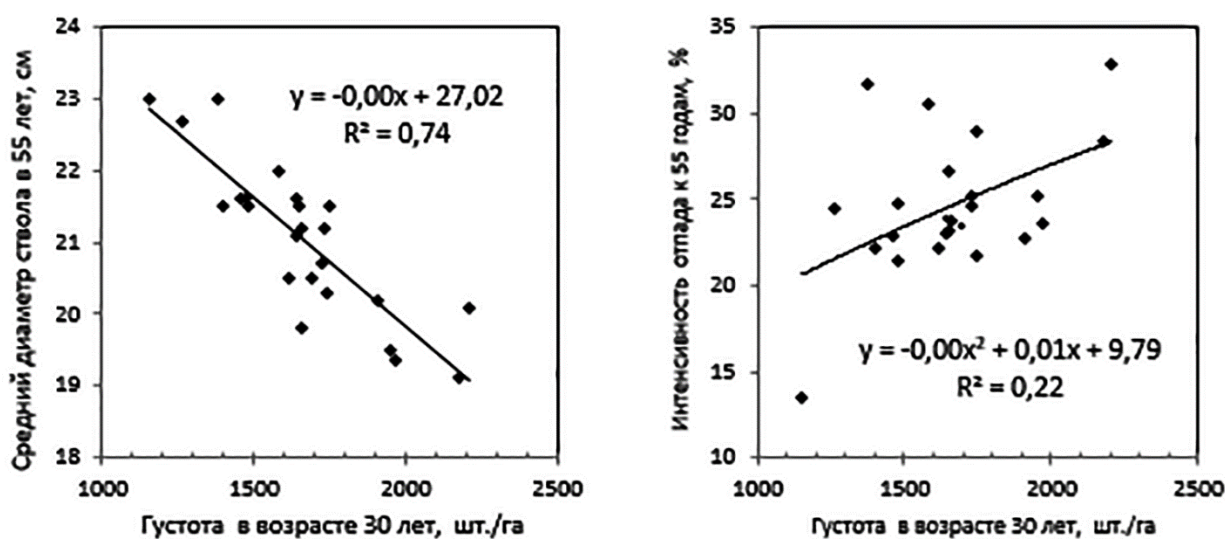
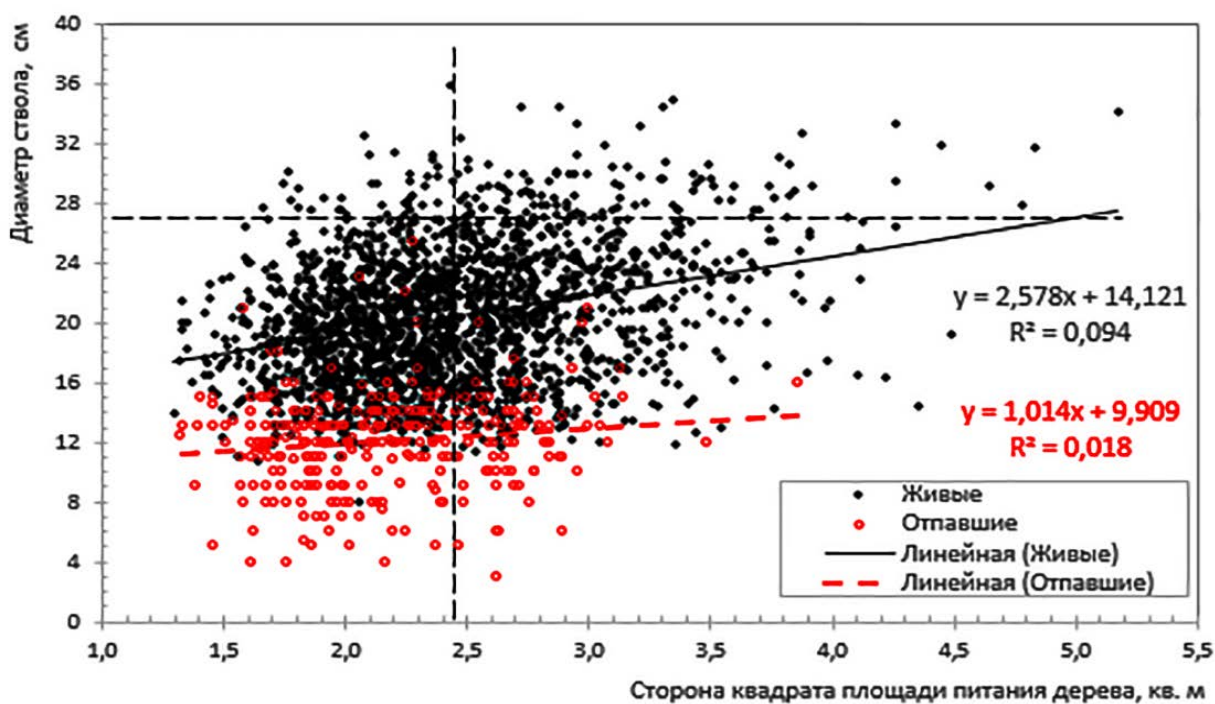


Рисунок 1 – Влияние ретрогустоты в возрасте 30 лет на средний диаметр ствола деревьев (слева) и на естественное изреживание насаждений в возрасте 55 лет (справа)

На уровне *микроценоза* рассчитывали обратную густоте величину – площадь питания деревьев (ППД). На диаметры отпавших и живых деревьев как фактор она повлияла лишь на 1,8 и на 9,4 %, при соответствующих этим влияниям уровнях корреляции $0,134 \pm 0,057$ и $0,307 \pm 0,020$ (рис. 2).

Сравнивая полученное влияние фактора густоты на уровне древостоя (74 %) и микроценоза (9,4 %), отмечаем резкое ослабление ее влияния на размер живых

деревьев на индивидуальном уровне. Можно сказать и так: общее сильное влияние густоты в целостном сообществе «рассыпается» на множество слабых и частных взаимодействий деревьев. И в этих взаимодействиях возникает совершенно удивительное явление – сотрудничество деревьев, обнаруженное в лесах Урала В. М. Горячевым [3], который выяснил, что пик прироста в течение вегетации совпадал только у растущих в отдалении деревьев, тогда как в биогруппах пики прироста были разнесены на 1–2 недели; в результате деревья-соседи разделяли экологическую нишу по времени отбора элементов питания. Поэтому они могли комфортно сосуществовать в густых биогруппах. Данная работа В. М. Горячева существенно дополнила концепцию фитоценоза В. Н. Сукачева [4] как «сообщества растений, организованных борьбой за существование». Она важна для понимания того, что деревья объединяет не только «борьба», но и сотрудничество, которое в наших средневозрастных культурах оказалось даже выше их конкуренции [2].



вертикальный пунктир – среднее значение; горизонтальный –
превышение среднего значения диаметра на 30 %
**Рисунок 2 – Влияние питания дерева в возрасте 30 лет
на диаметр ствола в возрасте 55 лет**

На рисунке 2 важно отметить поведение так называемых «плюсовых» деревьев, имеющих превышение диаметра на 30 % и более (выше пунктирной линии). Среднее значение стороны площади питания у них 2,85 м, что в 1,18 раза больше, чем у остальных деревьев (2,39 м), а если считать по площади их питания, то в 1,4 раза. Средний диаметр у них 28,7 см и превышает таковой у остальных (19,5 см) в 1,47 раза, а объемы стволов выше в 2,2 раза. Если соотнести эти превышения, то эффект увеличения объемов стволов у плюс-деревьев (2,2 раза) оказывается намного больше, чем ресурсов питания (1,4 раза). В то же время из 160 таких плюс-деревьев 26 % растут при питании менее среднего (левый верхний сектор). Поэтому можно полагать, что они достигли выдающихся размеров благодаря своим наследственным задаткам, и площадь питания здесь не причем. Это совпадает с оценкой селекционеров о влиянии генотипа дерева на его рост примерно на 30 % [5].

Кроме того, имитация выборки, состоящей из 94 отдельных деревьев с ППД в 2,1 раза выше средней в возрасте 30 лет, показала, что в ней через 25 лет все равно погибли 9,6 % деревьев [2, С. 83]. И этот факт хорошо согласуется с данными С. Н. Сеннова [6] о том, что несмотря на сильные прореживания в 40-летних древостоях, деревья после них к возрасту спелости погибали точно также, как и в контроле.

Вполне очевидно, что при таком слабом влиянии густоты в микроценозах, при уходе за лесом, начиная примерно с 30 лет, густота уже не является главным фактором регуляции в моделях выращивания леса – ее снижение в этом возрасте будет запоздалым и поэтому теоретически несостоятельным. Но если ее проводить в 10–15 лет, то древостой будет развиваться по наиболее продуктивным моделям. В таких моделях, кроме действия закона естественного изреживания, учитываются еще 5 законов развития древостоев [7]. Законы эти вполне объясняют слабое влияние густоты на размеры и отпад деревьев в сред-

нем возрасте, однако существующие Правила ухода за лесом их пока совершенно не учитывают.

В последние годы разрабатывается «имитационное» моделирование роста древостоев, однако в теоретическом обосновании для такого рода моделей недостает учета целого ряда биологических законов, ставших известными в последние 10 лет, а также использования зависимых переменных величин, возникающих только в процессе роста деревьев, и их нельзя использовать как факторы «на входе» в модель [8].

Выше мы показали, что генотип влияет на рост дерева примерно на 30 %, то есть в три раза сильнее, чем ППД, поэтому и вклад наследственно улучшенного материала в прирост лесных плантаций будет выше. Вместе с тем, если суммировать влияние ППД (9,4 %) и генотипа дерева (примерно 30 %), то при прочих равных условиях (почва, увлажнение и др.) остаются неизвестными еще 60 % факторов. Среди них, как мы предполагаем, действует фактор геоактивных зон и их взаимодействия с генотипом. Как следствие, образуются места с крупными деревьями, где, по некоторым сведениям, в почве электрический ток в 2 раза выше, а там, где таких зон нет, нет и деревьев-лидеров; существуют и патогенные зоны, вызывающие отпад деревьев в 90,7 % случаев. Эти результаты необычны, получены впервые и указывают на важность изучения *энергетических факторов* в точках роста деревьев; они могут быть использованы в лесной селекции при изучении корреляций между показателями этой новой для изучения среды и ростом потомства таких деревьев, которые мы зафиксировали в потомстве сосны в возрасте от 3 лет и заканчивая 18-летним возрастом [9].

Заключение. Таким образом, при моделировании развития продуктивных древостоев и лесных культур в качестве теоретической основы *для уровня отдельного дерева* следует учитывать совокупное действие в общей сложности шести законов, действующих в лесной экосистеме. Необходимо понимать,

что в однородных условиях они захватывают пока только 40 % известных факторов, влияющих на индивидуальный рост дерева.

Действие остальных 60 % факторов гипотетически связано с действием глубинных энергий Земли (геоактивных зон). *На уровне древостоя* (как целостного сообщества) в моделях его развития следует учитывать начальную плотность в возрасте около 10–20 лет, которая как фактор в условиях 1Б класса бонитета даже при небольших различиях влияет на размеры деревьев в среднем возрасте с силой 74 %; на естественное изреживание начальная плотность влияет на 22 %.

Список источников

1. Демаков Ю. П. Влияние факторов среды на рост деревьев в сосняках Республики Марий Эл. Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. 480 с.
2. Рогозин М. В. Культуры сосны обыкновенной. Конкуренция, площади питания и отпад деревьев. Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2022. 174 с.
3. Горячев В. М. Влияние пространственного размещения деревьев в сообществе на формирование годичного слоя древесины хвойных в южно-таежных лесах Урала // Экология. 1999. № 1. С. 9–19.
4. Сукачев В. Н. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений // Сообщения института леса. 1953. Вып. 1. С. 5–44.
5. Тараканов В. В., Демиденко В. П., Ишутин Я. Н., Бушков Н. Т. Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири. Новосибирск : Наука, 2001. 230 с.
6. Сеннов С. Н. Уход за лесом: экологические основы. М. : Лесная промышленность, 1984. 127 с.
7. Рогозин М. В. Лесоведение. Модели развития и структура простых древостоев : учебное пособие. Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. 178 с.
8. Рогозин М. В. Рубки ухода и потепление климата: ошибки в моделях природных систем // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды : материалы всерос. науч. конф. Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. С. 670–674.
9. Рогозин М. В. Патогенные сети и естественное изреживание древостоев //

References

1. Demakov Yu. P. *The influence of environmental factors on the growth of trees in the pine forests of the Republic of Mari El*, Yoshkar-Ola, Povolzhskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet, 2023, 480 p. (in Russ.).
2. Rogozin M. V. *Cultures of scots pine. Competition, food areas and tree fall*, Perm, Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet, 2022, 174 p. (in Russ.).
3. Goryachev V. M. The influence of spatial placement of trees in a community on the formation of an annual layer of coniferous wood in the southern taiga forests of the Urals. *Ekologiya*, 1999;1:9–19 (in Russ.).
4. Sukachev V. N. On intraspecific and interspecific relationships among plants. *Soobshcheniya instituta lesa*, 1953;1:5–44 (in Russ.).
5. Tarakanov V. V., Demidenko V. P., Ishutin Ya. N., Bushkov N. T. *Selective seed production of Scots pine in Siberia*, Novosibirsk, Nauka, 2001, 230 p. (in Russ.).
6. Sennov S. N. *Forest care: ecological foundations*, Moscow, Lesnaya promyshlennost', 1984, 127 p. (in Russ.).
7. Rogozin M. V. *Forest science. Development models and structure of simple stands: a textbook*, Perm, Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet, 2019, 178 p. (in Russ.).
8. Rogozin M. V. Logging and climate warming: errors in models of natural systems. Proceedings from Environmental safety in conditions of anthropogenic transformation of the natural environment: *Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 670–674), Perm, Permskii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet, 2023 (in Russ.).
9. Rogozin M. V. Pathogenic networks and natural thinning of stands. *Byulleten' nauki i praktiki*, 2023;9;12:117–134 (in Russ.).

© Рогозин М. В., 2024

Статья поступила в редакцию 08.05.2024; одобрена после рецензирования 22.05.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 08.05.2024; approved after reviewing 22.05.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*232.411.11

EDN NGXZEM

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-75-81>

**Анализ и перспективы искусственного
лесовосстановления на территории Амурской области**

Наталья Алексеевна Тимченко¹, кандидат биологических наук, доцент
Ольга Сергеевна Дядченко², начальник отдела лесного хозяйства

¹ Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

² Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области
Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ timchenko-nat@mail.ru, ² diadchenko-1981@mail.ru

Аннотация. Для более высокой степени приживаемости посадочного материала в последние годы выращивают посадочный материал с закрытой корневой системой. Авторами проведен сравнительный анализ искусственного лесовосстановления в Амурской области при использовании посадочного материала с закрытой корневой системой и сеянцев, выращиваемых традиционным способом (с открытой корневой системой). С 2019 г. отмечена положительная динамика по созданию лесных культур относительно плана на 799 га, при этом арендаторами было выполнено компенсационное лесовосстановление на площади 8 843,6 га. В последнее время в Амурской области, кроме сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), с применением посадочного материала с закрытой корневой системой стали выращивать сеянцы ели аянской (*Picea ajanensis* Fisch. ex Carrière) и сосны кедровой корейской (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.). Отмечается рост искусственного лесовосстановления в Амурской области за период 2019–2023 гг. на 37,1 %.

Ключевые слова: искусственное лесовосстановление, сеянцы с закрытой корневой системой, компенсационное лесовосстановление, стандартный посадочный материал, сосна обыкновенная

Для цитирования: Тимченко Н. А., Дядченко О. С. Анализ и перспективы искусственного лесовосстановления на территории Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII международ. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 78–81.

Analysis and prospects of artificial reforestation in the Amur region

Natalia A. Timchenko¹, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Olga S. Dyadchenko², Head of the Forestry Department

¹ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Ministry of Forestry and Fire Safety of the Amur region
Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ timchenko-nat@mail.ru, ² diadchenko-1981@mail.ru

Abstract. In recent years, planting material with a closed root system has been grown for a higher degree of survival of the planting material. The authors conducted a comparative analysis of artificial reforestation in the Amur region using planting material with a closed root system and seedlings grown in the traditional way (with an open root system). Since 2019, there has been a positive trend in the creation of forest crops relative to the plan for 799 hectares, while tenants have carried out compensatory reforestation on an area of 8,843.6 hectares. Recently, in the Amur region, in addition to *Pinus sylvestris* L., seedlings of *Picea ajanensis* Fisch. ex Carrière and *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc. have been grown using planting material with a closed root system. There is an increase in artificial reforestation in the Amur region for the period 2019–2023 by 37.1%.

Keywords: artificial reforestation, seedlings with a closed root system, compensatory reforestation, standard planting material, scots pine

For citation: Timchenko N. A., Dyadchenko O. S. Analysis and prospects of artificial reforestation in the Amur region. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 78–81), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Для восстановления лесных экологических систем, сокращающимся ежегодно по разным причинам, требуется обеспечение посадочным материалом с возрастающими объемами. К преимуществам искусственных насаждений можно отнести возможность выращивания высокой степени приживаемости качественного посадочного материала, позволяющего создавать сложные устойчивые продуктивные леса из пород разных видов.

Впервые искусственное лесоразведение в России стали применять более

300 лет назад. Лесокультурная деятельность связана с отечественными классиками-лесоведами Ф. Г. Фокелем [1], К.Ф. Тюрмером [2], Г. Н. Высоцким [3]. Основатель российской науки Г. Ф. Морозов [4] и ученый лесовод М. К. Турский [5] внесли огромный вклад в теорию и практику создания лесных культур. «Лесные культуры» (как дисциплина в специализированных учебных заведениях) введена с 1902 г., до этого времени она выступала частью обучения лесоводственному делу в рамках курса «Лесоводство». А в советский период (середина XX в.) она превратилась в самостоятельную научную специальность [6].

В России принят национальный проект «Экология», одним из ведущих направлений которого является федеральный проект «Сохранение лесов». Главная цель – сохранить наши леса путем искусственного лесовосстановления для создания безопасных и комфортных условий жизни. Проект реализуется на территории Российской Федерации, в том числе и в Амурской области с 2019 года.

С 1 января 2022 г. не менее 20 % площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления в субъектах Российской Федерации должны выполняться посадочным материалом с закрытой корневой системой. В Амурской области посадочный материал производится традиционным способом – выращиванием сеянцев в открытом грунте на лесных питомниках. С 2019 г. стали применять опыт по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой в кассетах [7].

Губернатором Амурской области утвержден Лесной план, предусматривающий искусственное лесовосстановление в период 2019–2028 гг. (табл. 1).

Данные мероприятия выполняются в рамках доведенных государственных заданий до подведомственных министерству лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области государственных автономных учреждений Амурской области «Лесхозы», а также в рамках выполнения обязательств

арендаторами лесных участков на основании статьи 63¹ Лесного кодекса Российской Федерации («компенсационное» лесовосстановление).

Таблица 1 – План выполнения мероприятий по искусственному лесовосстановлению
В гектарах

Мероприятия	Плановые показатели по годам									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Посадка семян (искусственное лесовосстановление)	3 300	4 300	4 300	4 500	4 500	4 700	4 700	4 900	4 900	4 900
В том числе компенсационное лесовосстановление	300	1 300	1 300	1 500	1 500	1 700	1 700	1 900	1 900	1 900

С 2019 г. были выполнены следующие объемы по искусственному лесовосстановлению (рис. 1).

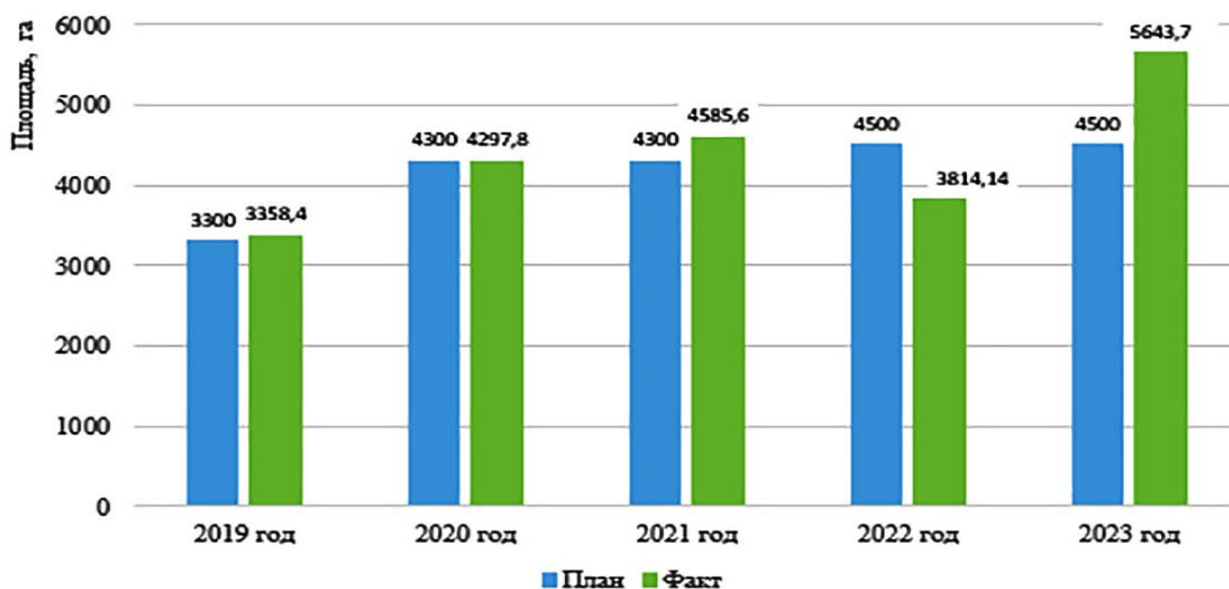


Рисунок 1 – Работы по искусственному лесовосстановлению в Амурской области, выполненные за период 2019–2023 гг.

На территории Амурской области с 2019 г. посажено 21 699,6 гектаров лесных культур. Посадка выполнялась в соответствии с требованиями, утвержденными приказом Минприроды России от 29.12.2021 № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления».

К 2023 г. наблюдается тенденция увеличения доли «компенсационного» лесовосстановления в общей доле искусственного лесовосстановления. Как показано на рисунке 2, за анализируемый период по обязательствам арендаторов лесных участков было посажено 8 843,6 гектаров лесных культур.

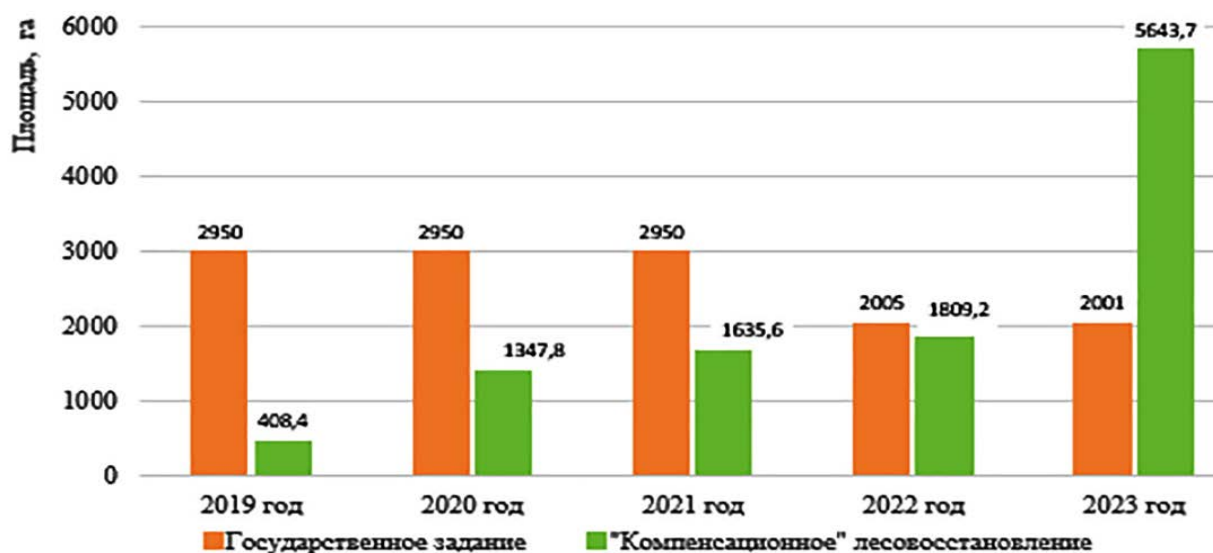


Рисунок 2 – Выполнение работ по искусственному лесовосстановлению в разрезе исполнителей

С 2021 г. в связи с изменениями в лесном законодательстве при посадке лесных культур должны использоваться сеянцы с закрытой корневой системой, причем к 2025 г. доля данного посадочного материала должна увеличиться до 30 % от общей площади искусственного лесовосстановления в регионе. На территории Амурской области посадочный материал с закрытой корневой системой начали применять с 2020 г. и к 2023 г. объем посадок сеянцев с закрытой корневой системой составил 2 095,3 гектара (37,1 % от общей площади посадок) (рис. 3).

Для повышения качества искусственного лесовосстановления при посадках стали применять не только сеянцы сосны обыкновенной, но и других хвойных пород – лиственницы даурской, ели аянской и кедра корейского.

В последнее время неоднократно поднимаются вопросы качества проведения мероприятий по лесовосстановлению, в том числе искусственному, в

связи с чем все больше внимания будет уделяться качеству посадочного материала и другим показателям, влияющим на повышение приживаемости лесных культур, что, в конечном итоге, позволит обеспечить превышение воспроизводства лесов над их выбытием в долгосрочной перспективе.

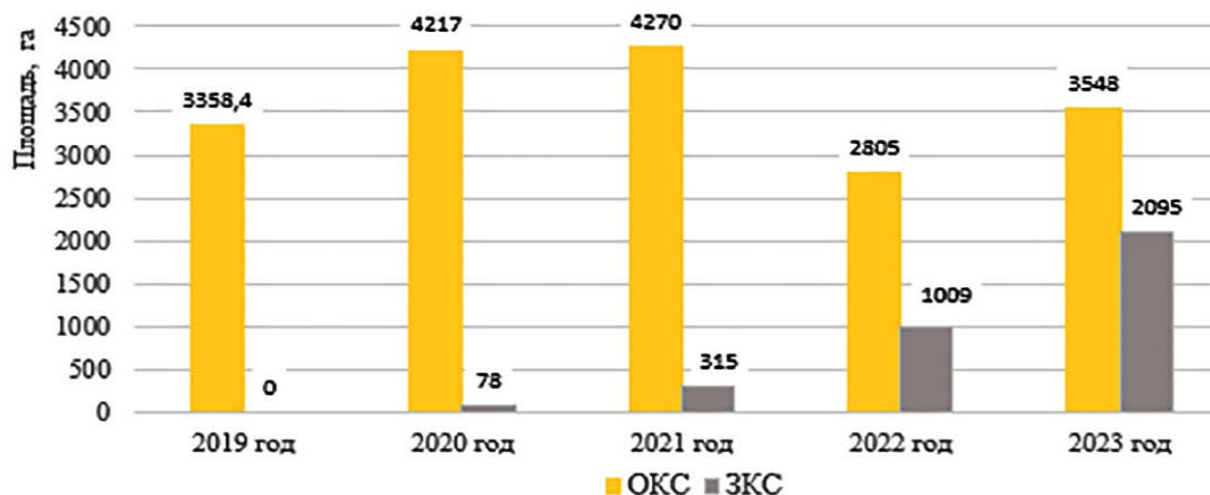


Рисунок 3 – Выполнение работ по искусственному лесовосстановлению с использованием посадочного материала с открытой корневой системой (ОКС) и закрытой корневой системой (ЗКС)

Список источников

1. Линдуловская роща: история, расположение на карте // Клуб путешественников. URL: <https://excursion.org.ru/articles/lindulovskaya-roshha/> (дата обращения: 14.05.2024).
2. Тюрмер К.Ф. Важность искусственного лесовозращения // Лесной журнал. 1883. Вып. 1. С. 34–39.
3. Высоцкий Г. Н. Лесные культуры в Мариупольском опытном лесничестве, 1886–1900 гг. 1901. 127 с.
4. Избранные труды Г. Ф. Морозова. М. : Московский государственный университет леса, 2004. 168 с.
5. Турский М. К. Сборник статей по лесоразведению. М. : Издательство Лесного департамента, 1893. 89 с.
6. Мерзленко М. Д. Актуальные аспекты искусственного лесовосстановления // Лесной журнал. 2017. № 3. С. 22–30.
7. Тимченко Н. А., Наумова Н. Ю., Щербакова О. Н. Опыт создания посадочного материала с закрытой корневой системой в Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы

всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 371–379.

References

1. Lindulovskaya grove: history, location on the map. *Excursion.org.ru* Retrieved from <https://excursion.org.ru/articles/lindulovskaya-roshha/> (Accessed 14 May 2024) (in Russ.).
2. Tyurmer K. F. The importance of artificial harvesting. *Lesnoi zhurnal*, 1883; 1:34–39 (in Russ.).
3. Vysotskiy G. N. *Forest crops in Mariupol experimental forestry, 1886–1900*, 1901, 127 p. (in Russ.).
4. *Selected Works of G. F. Morozov*, Moscow, Moskovskii gosudarstvennyi universitet lesa, 2004, 168 p. (in Russ.).
5. Turskiy M. K. *Collected Works on Afforestation*, Moscow, Izdatel'stvo Lesnogo departamenta, 1893, 89 p. (in Russ.).
6. Merzlenko M. D. Current aspects of artificial reforestation. *Lesnoi zhurnal*, 2017;3:22–30 (in Russ.).
7. Timchenko N. A., Naumova N. Yu., Shcherbakova O. N. Experience in creating planting material with a closed root system in the Amur region. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 371–379), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2022 (in Russ.).

© Тимченко Н. А., Дядченко О. С., 2024

Статья поступила в редакцию 14.06.2024; одобрена после рецензирования 28.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 14.06.2024; approved after reviewing 28.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*1+581.9(571.63)

EDN NLDDGO

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-82-89>

**К вопросу о восстановлении чернопихтово-широколиственных лесов
на примере Синего и Оленьего утесов (Хасанский район, Приморье)**

Виктор Михайлович Урусов¹, доктор биологических наук, профессор

Лариса Ивановна Варченко², научный сотрудник

Любовь Алексеевна Майорова³, кандидат биологических наук, научный
сотрудник

^{1, 2, 3} Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН
Приморский край, Владивосток, Россия

¹ mylord07@yandex.ru, ² varchenkol@tigdvo.ru, ³ mayorova.49@inbox.ru

Аннотация. Чернопихтово-широколиственные леса, образованные пихтой цельнолистной, на российском Дальнем Востоке произрастают на юге Приморского края. На основе полевых исследований впервые охарактеризованы состав, структура и динамика чернопихтово-широколиственных лесов Южного Приморья, ранее обследованных из-за пограничного режима эпизодически. Определены особенности деградации лесных экосистем Синего и Оленьего утесов из-за древних антропогенных влияний. На примере главных (доминирующих) и редких ценных пород рассмотрены возможности их восстановления. Исследованы встречаемость и динамика краснокнижных видов на данной территории. Выбраны породы-долгожители и медленно разлагающийся валеж для датировки событий прошлого фитоценозов.

Ключевые слова: Приморский край, Синий и Олений утесы, тайга и маньчжурский лес, вторичные леса, маркеры древних пожаров, возобновление экзотов и ценных лесообразователей

Для цитирования: Урусов В. М., Варченко Л. И., Майорова Л. А. К вопросу о восстановлении чернопихтово-широколиственных лесов на примере Синего и Оленьего утесов (Хасанский район, Приморье) // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 82–89.

Original article

**On the issue of restoration of black-fir-deciduous forests
on the example of the Blue and Deer cliffs (Khasansky district, Primorye)**

Victor M. Urusov¹, Doctor of Biological Sciences, Professor

Larisa I. Varchenko², Researcher

Lyubov A. Mayorova³, Candidate of Biological Sciences, Researcher

^{1, 2, 3} Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Primorsky krai, Vladivostok, Russia

¹ mylord07@yandex.ru, ² varchenkol@tigdvo.ru, ³ mayorova.49@inbox.ru

Abstract. Black fir-deciduous forests formed by whole-leaved fir in the Russian Far East grow in the south of the Primorsky krai. Based on field studies, the composition, structure and dynamics of the black fir-broadleaf forests of Southern Primorye, previously surveyed sporadically due to the border regime, are characterized for the first time. The features of degradation of the forest ecosystems of the Blue and Deer cliffs due to ancient anthropogenic influences have been determined. On the example of the main (dominant) and rare valuable breeds, the possibilities of their restoration are considered. The occurrence and dynamics of Red book species in this area have been studied. Long-lived rocks and slowly decaying deadwood were selected to date the events of the past phytocenoses.

Keywords: Primorsky krai, Blue and Deer cliffs, taiga and Manchurian forest, secondary forests, markers of ancient fires, renewal of exotics and valuable forest growers

For citation: Urusov V. M., Varchenko L. I., Mayorova L. A. On the issue of restoration of black-fir-deciduous forests on the example of the Blue and Deer cliffs (Khasansky district, Primorye). Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 82–89), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Введение. Формация чернопихтово-широколиственных лесов (чернопихтарников) отличается большим типологическим разнообразием и флористическим богатством. Видовое разнообразие растительности этой формации значительно сокращено рубками и пожарами, но все равно остается высоким.

Синий и Олений утесы (плато) обрамляют с юга и северо-запада верховья р. Барабашевка в Хасанском районе Приморья, примыкая к государственной

границе России. Это крайний юго-восток материковой части страны, принадлежащий к орографическому узлу Восточно-Маньчжурских гор.

Плато сформированы плиоценовыми базальтами. Их абсолютная высота составляет 700–1 000 м над уровнем моря (Синий утес) или около 700 м (Олений утес). На рубеже плейстоцена высота плато равнялась 2 000 м и более, уменьшившись к плейстоцену вследствие тектонического погружения окраины Азии [1, 2]. К плейстоцену ландшафты плато, изначально высокогорные и высокогорно-таежные, приняли вселенцев уходящей под океан низкогорной зоны полидоминантных лесов или маньчжурской «тайги», сохранившей теплолюбивые виды. Причем важным фактором, препятствующим расселению дубравных и макротермных видов на верхние уровни, была как раз целостность занимавших современное среднегорье восточно-маньчжурских субальп из можжевельника даурского, сирени Вольфа, жимолости голубой, Максимо-вича и бореального леса из пихты белокорой, ели Комарова, ели корейской, березы шерстистой, заманихи высокой.

Но разделенные не более чем на 20 км экосистемы соседних плато не аналогичны: более южный Синий утес почти утратил таежные виды в раннем средневековье, а на Оленьем утесе тайга сохранялась по позднему средневековью почти в целостном наборе экосистем, включая сырые и заболоченные лиственничники на низкогорном Борисовском плато [3].

Методы исследования. При описании древостоя, подроста, подлеска использовались лесотаксационные и геоботанические методы классификации растительных ассоциаций и описания слагающих их ярусов. Травяной покров характеризовался через перечень эдифицирующих и индицирующих видов. Наличие хорошо сохранившегося валежа березы Шмидта (стволы которой даже при повторении пожаров не разлагаются веками) использовались нами при датировании возраста вторичной растительности и этапов восстановления субклимаксовых ценозов [4].

Результаты исследования. Растительность подножья Синего утеса ценологически близка суховатым вариантам чернопихтово-широколиственного леса, почти потерявшего сосну корейскую и пихту цельнолистную. В пойме верховий р. Барабашевка (западный уступ Синего утеса) произрастает кирказон маньчжурский, почти субтропический вид, занесенный в Красные книги СССР, РФ и Дальнего Востока [5].

В нижней трети подножья Синего утеса (базальтовое плато) на крупных скалах произрастает дубово-широколиственный лес с березой Шмидта, со столетними липами амурской и Таке, кленами мелколистным и ложнозибольдовым, ясенем носолистным. Изредка встречаются ива Хультена, клен зеленококорый, мелкоплодник ольхолистный. В подлеске – рододендрон остроконечный, вейгела ранняя, а под скалами – стелющаяся и довольно редкая абелия корейская. На почти вертикальных уступах: многорядник укореняющийся, кривокучник сибирский, пион обратнойцевидный, пион молочноцветковый, примула скальная, горечавка Цоллингера, воронец заостренный, короткокистник воронеглазый, лесной мак весенний, хохлатка Ворошилова. Крутой склон восточной экспозиции покрывают папоротники, качим тихоокеанский, живучник Сельского, фиалка пестрая, спаржа маловетвистая, земляника восточная, ландыш Кейске, первоцвет отклоненный, хлорант японский.

На пологом северо-западном склоне произрастает дубово-широколиственный лес. Средний диаметр дуба монгольского около 30 см, высота до 30 м, возраст 60–70 лет. Встречаются старые дубы диаметром 80 см и высотой свыше 30 м, в возрасте 250–300 лет. Дубу сопутствуют березы маньчжурская, даурская, ребристая, липа амурская. Второй ярус древостоя: клены зеленококорый и ложнозибольдов, граб сердцелистный. В возобновлении виды кленов, лип, изредка вишен, очень редко сосна корейская. Подлесок из элеутерококка колючего, барбариса амурского, вейгелы ранней, актинидии острой. В травяном покрове осмунда коричневая, хвощ зимующий, майник широколистный,

ветреница амурская.

Выше по профилю, на плато Синий утес встречаются наиболее богатые по видовому составу лесные сообщества, которые совмещают как степняки (софора желтоватая), так и элементы собственно «азалиевых» сосняков с рододендроном Шлиппенбаха и сосняков с ясенем горным и березой Шмидта. Здесь встречены белоцветковые формы рододендрона Шлиппенбаха и вейгелы ранней на контакте с почти новейшими дериватами полидоминантного чернопихтового леса с «маяками» пихты цельнолистной в возрасте до 500 лет, диаметром более 1 м и высотой более 30–35 м, а также сосны корейской [6].

В северной части плато Синий утес на плоскогорье произрастает широколиственно-белопихтово-чернопихтовый лес. Много крупного валежа березы Шмидта и хвойных пород (тиса, кедра, пихты цельнолистной). Подлесок: рододендрон остроконечный, лещина маньчжурская, вейгела ранняя, чубушники тонколиственный и Шренка, жимолость раннецветущая, спирея. На уровне уникамов встречается низкорослая заманиха высокая. В напочвенном покрове обильны адриантум стоповидный, хвощ зимующий, грушанки круглолистная и однобокая, высокотравье.

Поднимаясь на вершину плато Олений утес, понимаешь, почему оно так называется: макушки многих растений здесь объедены оленями. На высоте 300–400 м над уровнем моря на уступе восточной экспозиции преобладает дубняк с березами Шмидта, маньчжурской, даурской. Фрагментами вкраплены насаждения белопихтарников с елью аянской, березой Шмидта (диаметр стволов до 50 см, возраст около 250 лет), ясенем носолистным, кленами, березой ребристой, липой амурской. Важно отметить крупный подрост березы Шмидта, а в прогалинах – лиственницу Любарского. С продвижением на север к Борисовскому плато, на Оленьем утесе А. Н. Киселёвым [3] отмечено многочисленное возобновление пихты цельнолистной, приуроченное к бровке уступа. В нашей точке маршрута преимущественно возобновлялись пихта белокорая и

ель аянская, реже сосна корейская.

На бровке плато Оленьего утеса, на высоте около 700 м над уровнем моря визируем липово-дубово-железно-березовый лес с сосной корейской, пихтой белокорой, елью аянской. С углублением в лесной массив увеличивается участие ели аянской, пихты белокорой. В центре плато произрастает более старый белопихтарник кустарниковый.

Представляет большой научный интерес описанный здесь липняк с березой железной, кленом ложнозибольдовым, пихтой белокорой, кедром, елью Комарова, возраст которых от 80 до 150 лет. Встречаются «маяки» березы Шмидта возрастом до 350 лет (40 экземпляров на гектар), высотой до 24 м, диаметром до 60 см. Это «консолидированное» сообщество занимает распадок северной и северо-восточной экспозиций, по которым большой пал прошел в 1300 году (датируем по послепожарному валежу березы Шмидта).

Заключение. 1. Чернопихтово-широколиственные леса, рассмотренные на примере вулканических плато Синего и Оленьего утесов, представляют яркий «консолидант» таежных, неморальных и ультранеморальных видов, сформировавшийся после голоцена.

Пожары последнего тысячелетия в этом районе свели роль хвойных до уникальной и почти приостановили репродукцию редкого вида – тиса остроконечного. Тис остроконечный все еще возобновляется на Оленьем утесе, где замена тайги бореально-неморальными сообществами проходила не ранее второго тысячелетия нашей эры. Поэтому фитоценозы с пихтой цельнолистной, березой Шмидта, кленом ложнозибольдовым приурочены к бровке плато и распадкам-проводникам пожаров с 1300 г. (середина средневековья).

2. Валеж крупномерных стволов березы Шмидта, тиса остроконечного, пихты цельнолистной облегчает датировку смены горной тайги таежно-широколиственным лесом с северокорейскими флористическими элементами и дает право делать выводы о сравнительно поздней деградации темнохвойных

массивов Оленьего утеса.

3. Голоценовый комплекс плато Синий утес распался с формированием чернопихтово-елового леса к рубежу нашей эры, а на Оленьем утесе он выражен и сейчас.

4. В силу приграничного положения флора Синего и Оленьего утесов недостаточно выявлена. Определенно перспективен здесь поиск новых эндемиков. Восстановление хвойных и экзотов необходимо вести материалом из их местных популяций.

Список источников

1. Наливкин Д. В. Яркая страница геологической истории Азии // Природа. 1960. № 8. С. 35–42.

2. Урусов В. М. Генезис растительности и рациональное природопользование на Дальнем Востоке. Владивосток : Дальневосточное отделение Академии наук СССР, 1988. 62 с.

3. Киселев А. Н. Растительность // Борисовское плато: эколого-экономическое обоснование создания охраняемой природной территории. Владивосток : Дальнаука, 1999. С. 26–41.

4. Урусов В. М., Варченко Л. И., Майоров И. С. Введение в экологический кадастр Восточно-Маньчжурских гор (Приморье). Владивосток : Дальневосточный федеральный университет, 2014. 214 с.

5. Красная книга Приморского края: растения. Владивосток : Апельсин, 2008. 688 с.

6. Врищ Д. Л. Эколого-биологические особенности *Rhododendron schlippenbachii* Maxim. на северной границе ареала и перспективы использования его в озеленении // Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2011. № 2. С. 118–123.

References

1. Nalivkin D. V. A bright page in the geological history of Asia. *Priroda*, 1960; 8:35–42 (in Russ.).

2. Urusov V. M. *The genesis of vegetation and rational nature management in the Far East*. Vladivostok, Dal'nevostochnoe otdelenie Akademii nauk SSSR, 1988, 62 p. (in Russ.).

3. Kiselev A. N. Flora. In.: *Borisov Plateau: ecological and economic justification for the creation of a protected natural area*, Vladivostok, Dal'nauka, 1999, P.

26–41 (in Russ.).

4. Urusov V. M., Varchenko L. I., Mayorov I. S. *Introduction to the ecological cadastre of the East Manchurian Mountains (Primorye)*, Vladivostok, Dal'nevostochnyi federal'nyi universitet, 2014, 214 p. (in Russ.).

5. *The Red Book of Primorsky krai: plants*, Vladivostok, Apel'sin, 2008, 688 p. (in Russ.).

6. Vrishch D. L. Ecological and biological features of *Rhododendron schlippenbachii* Maxim. on the northern border of the area and prospects for its use in landscaping. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN*, 2011;2:118–123 (in Russ.).

© Урусов В. М., Варченко Л. И., Майорова Л. А., 2024

Статья поступила в редакцию 14.05.2024; одобрена после рецензирования 28.05.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 14.05.2024; approved after reviewing 28.05.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*6+630*9(571.63)

EDN NOOQEV

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-90-96>

**О современном состоянии лесов Центрального Сихотэ-Алиня
(на примере Кавалеровского лесничества Приморского края)**

Александр Михайлович Харитонов

Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН
Приморский край, Владивосток, Россия, mavr@tigdvo.ru

Аннотация. Представлен ретроспективный анализ состояния лесов Центрального Сихотэ-Алиня. Сделан вывод, что при возможном исчерпании собственных ресурсов древесины роль данной территории в плане перевалки леса может усилиться. Для этого потребуются совершенствование транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: Сихотэ-Алинь, лесные ресурсы, недревесные ресурсы леса, Приморский край

Для цитирования: Харитонов А. М. О современном состоянии лесов Центрального Сихотэ-Алиня (на примере Кавалеровского лесничества Приморского края) // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 90–96.

Original article

**On the current state of the forests of Central Sikhote-Alin
(on the example of the Kavalеровsky forestry of Primorsky krai)**

Alexander M. Kharitonov

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Primorsky krai, Vladivostok, Russia, mavr@tigdvo.ru

Abstract. A retrospective analysis of the state of the forests of Central Sikhote-Alin is presented. It is concluded that with the possible exhaustion of its own timber resources, the role of this territory in terms of timber transshipment may increase. This will require the improvement of the transport infrastructure.

Keywords: Sikhote-Alin, forest resources, non-timber forest resources, Primorsky krai

For citation: Kharitonov A. M. On the current state of the forests of Central

Sikhote-Alin (on the example of the Kavalerovsky forestry of Primorsky krai). Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 90–96), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Введение. Приморский край в целом относится к многолесным регионам России. Лесистость края составляет 79,4 %. При этом фактическая лесистость даже несколько выше, поскольку не все леса края числятся в Государственном лесном фонде.

Леса Кавалеровского лесничества, располагающиеся на востоке Приморского края (Центральный Сихотэ-Алинь [1]), занимают территорию Дальнегорского городского округа, а также Кавалеровского, Ольгинского и частично Чугуевского, Красноармейского и Тернейского муниципальных районов. Само лесничество образовано на базе трех бывших лесхозов, занимавших в основном территории одноименных районов – Ольгинского и Кавалеровского, а также Дальнегорского городского округа.

Объекты лесоперерабатывающей инфраструктуры отсутствуют, так как основная часть производства в примыкающих к лесничеству районах приходилась на горнодобывающую промышленность.

Традиционно лесничество поставляло продукцию (древесина для крепления штолен) для горнорудных предприятий района. Кроме этого, производилась продукция для строительства и товары народного потребления (деревянные рамы, подоконники, деревянные детали садового инвентаря и др.).

В 1990-х гг. большинство горнорудных предприятий из-за падения спроса на продукцию существенно сократили добычу руды и производство концентратов руд цветных металлов. Лесная отрасль, наоборот, не только сохранила свое значение, но и заменила горнорудную промышленность на месте специализированных производств. Существовавшая в районе транспортная инфраструктура горнорудной промышленности переключилась на транзит лесных товаров (преимущественно деловой древесины).

Регион исследований. Объекты и методы исследований. В структуре земель лесничества преобладают лесные земли – 98,2 % от общей площади лесничества (1 300 800 га). Не покрыты лесной растительностью только 0,5 % земель. По своей общей площади вновь организованное лесничество уступает только нескольким рядом расположенным лесничествам на севере и в центре Приморского края.

Средняя лесистость составляла по районам: Кавалеровскому – 92,5 %, Ольгинскому – 87,2 %, Дальнегорскому городскому округу – 94,5 % [2], что значительно превышало среднекраевые показатели. Впрочем, соседние районы края, чьи площади частично вошли в состав лесничества, также отличались высокими показателями лесистости.

В лесничестве преобладают дубняки и белоберезники. Зарегистрировано 28 видов редких и исчезающих видов растений. Высокая концентрация тигра вызвана высокой плотностью пятнистого оленя. Водятся горалы. Гнездится на территории до 150 видов птиц (16 – редкие и исчезающие). В Красные книги разного ранга занесены 27 видов насекомых.

Распределение площади лесов и расчетную лесосеку в лесничестве характеризуют данные таблиц 1 и 2.

Таблица 1 – Распределение площади лесов по Кавалеровскому лесничеству [3]

В тысячах гектар

Годы	Хвойные	Твердолиственные	Мягколиственные
2009 г.	468,8	546,4	252,7
2017 г.	468,9	546,3	252,8
Изменения	+0,1	-0,1	+0,1

Как видно из таблицы 1, за довольно значительный период эксплуатации лесов удалось сохранить значительные площади, занятые ценными твердолиственными (дуб, ясень, береза каменная и др.) и хвойными породами (ель, сосна, пихта и др.).

Таблица 2 – Расчетная лесосека (ежегодный допустимый объем изъятия древесины) при всех видах рубок [4]

Хозяйства	Площадь, га	Запас древесины, тыс. м ³	
		ликвидной	деловой
Хвойное	8 010	412,8	269,6
Твердолиственное	8 609	171	65,9
Мягколиственное	6 146	216,5	99,1
Итого	22 765	800,3	434,5

Соответственно, в структуре расчетной лесосеки (табл. 2) отмечаются высокие объемы запасов ликвидной древесины хвойных и твердолиственных пород. Однако, по сравнению с предыдущим регламентом [5] расчетная лесосека значительно сократилась (было 898 тыс. м³ ликвидной древесины).

За период действия предыдущего плана из возможных 9,1 млн. м³ ликвидной древесины фактически было заготовлено 5 022 тыс. м³, что для Приморского края является сравнительно высоким показателем.

В прошлые годы в процессе заготовки деловой древесины в лесничестве производили широкий ассортимент продукции из отходов основного производства. Комплексный подход к эксплуатации лесов позволял получать такую продукцию: кормовые добавки для животных (береста, еловая кора, древесная зелень, березовые веники и др.), материал для парфюмерной промышленности (эфирные масла), товары народного потребления (новогодние ели, березовые веники), расходный материал для лесонасаждений и ландшафтного дизайна. Впрочем, сегодня это уже выглядят анахронизмом. А ведь ранее для получения хвойно-витаминной муки средний выход хвойной лапы с 1 м³ древесины рассчитывался в 40 кг. Из одной тонны хвойной лапы можно было получить 300 кг хвойно-витаминной муки, 30 кг хвойного экстракта, 50–60 кг хлорофиллокаротиновой пасты, 1 кг эфирного масла.

При этом ежегодные заготовки дикорастущих плодов и ягод в лесничестве оцениваются в 140 т (лимонник, калина, брусника, голубика и др.), кедровых орехов – 1 000 т (по прежнему регламенту было вдвое ниже), грибов – 900 т,

березового сока – 2 400 т, папоротника – 400 т, черемши – 20 т.

Ресурсы лекарственного сырья оцениваются в 360 т, при этом основная масса приходится на элеутерококк и аралию. В лесах Кавалеровского лесничества также возможна и промысловая охота.

Для ведения сельского хозяйства пригодны 321 га пашни, для сенокосения – 2 459 га. Под пчеловодство пригодны 4 112 га липы, 12 195 га трав. На них возможно содержание 31 459 пчелосемей.

Туристическая деятельность в летний период ограничена из-за распространения в лесах клещевого энцефалита, а в зимний период слаборазвитой инфраструктурой.

Обсуждение результатов. В современных хозяйственных условиях на уровне края объем расчетной лесосеки выглядит достаточно высоким, но разбросанность лесов лесничества несколько обесценивает данный показатель. К тому же в советский период здешние дубняки не считались особо важным объектом заготовок. Их роль несколько выросла в период перехода на рыночные отношения, что мы предполагали в соответствующем разделе монографии [6].

За предыдущий плановый период расчетная лесосека по лесничеству составляла 9 100,7 тыс. м³, при этом было заготовлено 5 022,4 тыс. м³ (по краю в целом данные показатели достигали 72,4 млн. м³ и 40,5 млн. м³). Заготовки древесины при этом уступали только Тернейскому, Чугуевскому и Рощинскому лесничествам края.

Таблица 3 – Изменение таксационных характеристик лесных насаждений по Кавалеровскому лесничеству Приморского края [3]

Годы	Покрытая лесом площадь, га	Средний возраст, лет	Средний запас насаждений на 1 га, м ³ (спелых и перестойных)	Средний прирост по запасу на 1 га покрытых лесной растительностью земель, м ³
2009 г.	1 270 900	90	153,5	1,56
2017 г.	1 270 900	88	155,8	1,53
Изменения	0	-2	+2,3	-0,03

Для наших расчетов важно также обсудить динамику изменения характеристик лесных насаждений лесничества (табл. 3).

Заключение. На современном этапе развития рыночного хозяйства Центральный Сихотэ-Алинь сохраняет свою сравнительно важную роль поставщика древесины, в том числе на экспорт. Создание перерабатывающих производств, хотя бы для первичной обработки древесного сырья, могло бы увеличить отдачу лесного хозяйства, а также занять часть населения, которое высвобождается по мере выработки сырья для горнодобычи.

При возможном сокращении запасов деловой древесины в Центральном районе Сихотэ-Алиня возможна организация крупной базы по складированию древесины, а также деревообрабатывающих производств, продукция которых ориентирована на российский и зарубежные рынки. Такое направление развития лесного хозяйства требует формирования здесь надежных логистических структур (складские площадки, транспортная инфраструктура, обрабатывающие производства и др.) с выходом на морские порты и зарубежных потребителей.

Результаты исследований, представленные в статье, выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема «Географические и геополитические факторы в инерционности, динамике и развитии разноранговых территориальных структур хозяйства и расселения населения Тихоокеанской России», № АААА–А16–116110810013–5).

Список источников

1. Бакланов П. Я., Мошков А. В., Баденков Ю. П., Бочарников В. Н., Егидарев Е. Г. Территории «зеленого» развития // География и природные ресурсы. 2022. № 3. С. 7–19.
2. Лесной план Приморского края на 2009–2018 гг. Книга 1. Владивосток – Хабаровск, 2012. 307 с.
3. Лесной план Приморского края. Том 1. Владивосток, 2018. 169 с.

4. Лесохозяйственный регламент Кавалеровского лесничества Приморского края. Хабаровск, 2018. 169 с.
5. Лесохозяйственный регламент Кавалеровского лесничества Приморского края. Владивосток, 2011. 192 с.
6. Стратегия территориальной организации хозяйства Приморского края : монография. Владивосток : Дальневосточное отделение Академии наук СССР, 1991. 260 с.

References

1. Baklanov P. Ya., Moshkov A. V., Badenkov Yu. P., Bocharnikov V. N., Egidarev E. G. Territories of "green" development. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2022;3:7–19 (in Russ.).
2. *Forest plan of Primorsky krai for 2009–2018. Book 1*. Vladivostok – Khabarovsk, 2012, 307 p. (in Russ.).
3. *Forest plan of Primorsky krai. Volume 1*. Vladivostok, 2018, 169 p. (in Russ.).
4. *Forestry regulations of the Kavalerovsky forestry of the Primorsky krai*, Khabarovsk, 2018, 169 p. (in Russ.).
5. *Forestry regulations of the Kavalerovsky forestry of the Primorsky krai*, Vladivostok, 2011, 192 p. (in Russ.).
6. *Strategy of territorial organization of economy of Primorsky krai: monograph*, Vladivostok, Dal'nevostochnoe otdelenie Akademii nauk SSSR, 1991, 260 p. (in Russ.).

© Харитонов А. М., 2024

Статья поступила в редакцию 16.05.2024; одобрена после рецензирования 30.05.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 16.05.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 630*5(571.61)

EDN LZRSW

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-97-102>

**Инвентаризация посевов сосны обыкновенной
в питомнике (на примере Белогорского лесничества)**

Олеся Николаевна Щербакова¹, старший преподаватель

Нина Юрьевна Наумова²

¹ Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

² ООО «ЮСМО», Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ olesya-2512@mail.ru, ² nnu82@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены материалы инвентаризации сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на полях временного лесного питомника 2020–2021 гг. посева в возрасте одного и двух лет. Проведен анализ технологии выращивания сеянцев сосны обыкновенной в питомниках лесничества. Средний показатель выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной на полях питомника составил 88 % от общего количества посадочного материала. Процент отпада сеянцев на исследуемых полях достигал 1–15 %. Состояние сеянцев сосны обыкновенной на всех полях было оценено как хорошее, всходы были дружными и равномерными, а засоренность сорняками была незначительной на момент обследования.

Ключевые слова: семена, сеянцы, сосна обыкновенная, лесной питомник, стандартный посадочный материал

Для цитирования: Щербакова О. Н., Наумова Н. Ю. Инвентаризация посевов сосны обыкновенной в питомнике (на примере Белогорского лесничества) // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 97–102.

Original article

**Inventory of common pine crops
in the nursery (using the example of the Belogorsky forestry)**

Olesya N. Shcherbakova¹, Senior Lecturer

Nina Yu. Naumova²

¹ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² LLC "YUSMO", Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ olesya-2512@mail.ru, ² nnu82@yandex.ru

Abstract. The article presents the materials of the inventory of seedlings of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the fields of a temporary forest nursery in 2020–2021 sowing at the age of one and two years. The analysis of the technology of growing seedlings of scots pine in nurseries of forestry is carried out. The average yield of standard scots pine seedlings in the nursery fields was 88% of the total amount of planting material. The percentage of seedlings falling off in the studied fields reached 1–15%. The condition of scots pine seedlings in all fields was assessed as good, seedlings were friendly and uniform, and weed infestation was insignificant at the time of the survey.

Keywords: seeds, seedlings, scots pine, forest nursery, standard planting material

For citation: Shcherbakova O. N., Naumova N. Yu. Inventory of common pine crops in the nursery (using the example of the Belogorsky forestry). Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 97–102), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

В современной социальной обстановке проблемы рационального использования и охраны лесных ресурсов становятся предметом пристального внимания не только специалистов, но и широкой общественности. Качественное и количественное состояние лесов России справедливо вызывает общую тревогу. Ученые всего мира считают, что среди ресурсных и экологических проблем, порожденных развитием хозяйственной деятельности, одной из сложных и трудно разрешаемых является сохранение и воспроизводство наземных экосистем, в том числе лесных.

Реализация принципа рационального, неистощительного, постоянного и многоцелевого лесопользования на основе максимальной доходности в хозяйствах диктует необходимость научно обоснованной организации лесного хозяйства с учетом социально-экономического значения лесов и природно-экономических особенностей устраиваемого объекта. В этой связи важно проектировать такой режим воспроизводства лесов, который бы обеспечил достижение поставленных целей с минимальными затратами.

Работы по воспроизводству лесов в составе лесохозяйственного производства во многих районах занимают одно из важнейших мест, поэтому на их проведение ежегодно расходуются значительные денежные средства, выделяемые из государственного бюджета. При интенсивном ведении лесного хозяйства лесные культуры, особенно созданные посадкой, более производительны, чем естественные насаждения.

Инвентаризация посадочного материала проводилась в Белогорском участковом лесничестве на полях временного лесного питомника 2020 г. и 2021 г. посева сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в возрасте один и два года осенью в 2020–2022 гг. (табл. 1).

Таблица 1 – Ведомость участков, подлежащих инвентаризации

Номер поля	Год посева	Порода	Возраст, лет	Площадь, га	Местоположение
<i>Осень 2020 года</i>					
1	2020	Сосна обыкновенная	1	0,6	Белогорское участковое лесничество; урочище Никольское, квартал 3, выдел 41
<i>Осень 2021 года</i>					
1	2020	Сосна обыкновенная	2	0,6	Белогорское участковое лесничество; урочище Никольское, квартал 3, выдел 41
2	2021	Сосна обыкновенная	1	0,8	Советское участковое лесничество, квартал 24, выдел 18
<i>Осень 2022 года</i>					
2	2021	Сосна обыкновенная	2	0,8	Советское участковое лесничество, квартал 24, выдел 18

При проведении полевых работ на каждое поле составлялась полевая карточка инвентаризации [1].

Поле № 1. Инвентаризация проводилась в 2020 и 2021 гг. в отношении сосны обыкновенной в возрасте одного и двух лет соответственно. Среднее количество семян на 1 погонном метре (м²) по пересчету – 40 (242) шт., в том числе стандартных – нет. Общее количество семян в возрасте первого года на всей площади участка 630 тыс. шт., в том числе стандартных – нет. Общее количество семян второго года на всей площади участка 533 тыс. шт., в том

числе стандартных 533 тыс. шт. Отпад семян на данном участке по сравнению с инвентаризацией 2020 г. составил 97 тыс. шт. Выход стандартных семян на участке достигал 100 % от общего количества. Данный посадочный материал пригоден для использования в лесокультурных целях.

Поле № 2. Включает семена 2021 г. посева. Инвентаризация на данном участке проводилась в 2021 и 2022 гг. Среднее количество семян на 1 погонном метре (м²) по пересчету – 34 (126) шт., в том числе стандартных – нет. Общее количество семян на всей площади участка – 1 260 тыс. шт., в том числе стандартных – нет. Отпад семян на данном участке по сравнению с инвентаризацией 2020 г. составил 162,3 тыс. шт. Выход стандартных семян на участке достигал 76,5 % от общего количества. Данный посадочный материал пригоден для использования в лесокультурных целях.

Состояние семян оценивалось по визуальным признакам (густота посевов, размещение всходов, количество посевных строк и наличие засоренности), описанным в справочнике [1]. Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные о состоянии посадочного материала в питомниках

Номер поля	Порода	Возраст, лет	Площадь, га	Состояние
<i>Осень 2020 года</i>				
1	Сосна обыкновенная	1	0,6	состояние семян хорошее, густо посеянные; всходы дружные, 4 ленты по 6 посевных строк; засоренность слабая, преобладающий сорняк – пырей
<i>Осень 2021 года</i>				
1	Сосна обыкновенная	2	0,6	состояние семян хорошее, густо посеянные; размещены равномерно (отмечается отпад куртинами), 4 ленты по 6 посевных строк; засоренность слабая, преобладает пырей
2	Сосна обыкновенная	1	0,8	состояние семян хорошее, густо посеянные; всходы дружные, 14 лент по 6 посевных строк; засоренность слабая, преобладающий сорняк – пырей
<i>Осень 2022 года</i>				
2	Сосна обыкновенная	2	0,8	состояние семян хорошее, густо посеянные; размещены равномерно, 14 лент по 6 посевных строк; засоренность слабая, преобладающий сорняк – пырей

Состояние сеянцев сосны обыкновенной на всех полях оценивается как хорошее; всходы дружные, равномерные; засоренность сорняками на момент обследования слабая.

При достижении стандартных размеров сеянцы в дальнейшем используются для создания лесных культур. Сведения по итогам инвентаризации и данные о выходе стандартного посадочного материала на исследованных полях представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения по итогам инвентаризации посадочного материала

Номер поля	Порода	Площадь, га	Возраст, лет	Количество, тыс. шт.	
				всего	в том числе стандартного
1	Сосна обыкновенная	0,6	1	630	–
			2	533	533
2	Сосна обыкновенная	0,8	1	1 260	–
			2	1 097,7	840

По результатам инвентаризации сеянцев, выход стандартного посадочного материала составил в 2021 г. 533 тыс. шт., в 2022 г. 840 тыс. шт. Отпад сеянцев на исследуемых полях питомника достигал: на поле № 1 – 97 тыс. шт. (15 %), на поле № 2 – 162,3 тыс. шт. (12,8 %). Данные показатели находятся в пределах допустимых норм.

Средний показатель выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной составляет 88 % от общего количества посадочного материала. Весь двухлетний посадочный материал, выращенный в лесных питомниках лесничества, будет использован для лесовосстановления.

Список источников

1. Новосельцев М. Г., Смирнов Н. А. Справочник по лесным питомникам. М. : Лесная промышленность, 1983. 280 с.

References

1. Novoseltsev M. G., Smirnov N. A. *Handbook of forest nurseries*, Moscow, Lesnaya promyshlennost', 1983, 280 p. (in Russ.).

© Щербакова О. Н., Наумова Н. Ю., 2024

Статья поступила в редакцию 16.05.2024; одобрена после рецензирования 30.05.2024; принята к публикации 02.09.2024.

The article was submitted 16.05.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 02.09.2024.

Научная статья

УДК 630*43

EDN IOJNBS

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-103-109>

**Анализ горимости лесов на территории
Магдагачинского лесничества**

Наталья Александровна Юст¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Екатерина Андреевна Рогозняк², главный специалист-эксперт

Кристина Алексеевна Малашкова³, студент магистратуры

^{1,3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

² Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ Yustnatal@mail.ru, ² beablag1990@gmail.com, ³ kris10752@gmail.com

Аннотация. В статье представлен анализ противопожарных мероприятий на территории Магдагачинского лесничества. Авторами проведен анализ горимости, причин возникновения лесных пожаров. Представлена динамика количества и площади пожаров по участковым лесничествам. Отмечено, что реорганизация структур предприятий лесного хозяйства внесла отрицательное значение в обеспечение своевременности тушения лесных пожаров. Анализ распределения лесных пожаров по времени возникновения показал, что в течении пожароопасного сезона преобладает весенний период.

Ключевые слова: лесные пожары, анализ горимости, противопожарные мероприятия, Магдагачинское лесничество

Для цитирования: Юст Н. А., Рогозняк Е. А., Малашкова К. А. Анализ горимости лесов на территории Магдагачинского лесничества // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 103–109.

Original article

**Analysis of the burning of forests on the territory
of the Magdagachinskoe forestry**

Natalia A. Yust¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Ekaterina A. Rogoznyak², Chief Specialist-Expert

Kristina A. Malashkova³, Master's Degree Student

^{1,3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Ministry of Forestry and Fire Safety of the Amur region
Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ Yustnatal@mail.ru, ² beablag1990@gmail.com, ³ kris10752@gmail.com

Abstract. The article presents an analysis of fire-fighting measures on the territory of the Magdagachinskoe forestry. The authors conducted an analysis of the burnability and causes of forest fires. The dynamics of the number and area of fires in district forestry is presented. It is noted that the reorganization of the structures of forestry enterprises has made a negative contribution to ensuring the timely extinguishing of forest fires. An analysis of the distribution of forest fires by time of occurrence showed that during the fire season, the spring period prevails.

Keywords: forest fires, analysis of burning, fire prevention measures, Magdagachinskoe forestry

For citation: Yust N. A., Rogoznyak E. A., Malashkova K. A. Analysis of the burning of forests on the territory of the Magdagachinskoe forestry. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 103–109), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Лесной пожар – это стихийное неуправляемое распространение огня по лесным площадям [1]. Наиболее масштабный ущерб лесному хозяйству области приходится на весенний пожароопасный период, когда преобладает засушливая погода и сильные ветра. Поэтому противопожарная защита является одной из важнейших и приоритетных задач лесного хозяйства [2].

Амурская область уникальна своими природными ресурсами. Значительную часть территории занимают хвойные и хвойно-широколиственные леса [3]. Сгорают гигантские площади лесных массивов, уничтожаются уникальные экосистемы [4].

Одним из методов обнаружения лесных пожаров на территории области является наземный мониторинг с использованием цифрового оборудования и специального программного обеспечения [5].

Территория Магдагачинского лесничества на отдельные лесные участки не разобрана, расположена в виде обширного лесного массива в юго-западной части Амурской области на территории Магдагачинского административного

района. Протяженность лесничества с севера на юг составляет 110 км, с запада на восток – 120 км. На северо-западе лесничество граничит с Урушинским лесничеством; на севере – с Тындинским; на востоке – с Зейским; на юге – с Шимановским лесничеством. Юго-западная граница проходит по реке Амур с Китайской Народной Республикой. При этом общая протяженность границ составляет 722 км. Все границы, кроме юго-западной, проходят по естественным рубежам (водоразделам). Структура территории Магдагачинского лесничества приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура Магдагачинского лесничества

Наименование участковых лесничеств	Административный район (муниципальное образование)	Общая площадь, га
Магдагачинское	Магдагачинский	309 401
Гонжинское	Магдагачинский	207 152
Толбузинское	Магдагачинский	82 265
Тыгдинское	Магдагачинский	149 581
Черняевское	Магдагачинский	129 681
Ушумунское	Магдагачинский	203 373
Сивакское	Магдагачинский	227 215
Всего по лесничеству		1 308 668

Результаты исследований. На первом этапе исследований был проведен сбор первичных статистических данных о лесных пожарах с 2020 по 2022 гг. Каждый пожар характеризовался датой возникновения, датой тушения, обнаруженной площадью, пройденной площадью, типом, причиной возникновения и значением составного погодного индекса, связанного с погодными условиями.

На территории семи участковых лесничеств возник 151 пожар при общей выгоревшей площади за 2020 г. – 28 529 га, 2021 г. – 601 га, 2022 г. – 13 595 га. При этом выявлено 100 крупных пожаров, выгоревшая площадь каждого из которых более 25 гектар. Самый крупный пожар отмечен в Тыгдинском лесничестве – за 4 дня (с 28.04.2020 по 01.05.2020) выгорело 6 200 га.

Согласно научным рекомендациям, крупным предлагается считать пожар с выгоревшей площадью 200 га. Это было установлено более 30 лет назад. В

настоящее время при расчистке и уничтожении лесов огнем целесообразно считать крупным пожар площадью 25 га и более. Анализ таблицы 2 показывает, что основное число таких пожаров происходит в Ушумунском участковом лесничестве. Есть единичные случаи крупных лесных пожаров в Гонжинском, Черняевском, Магдагачинском, Толбузинском и Тыгдинском участковых лесничествах, что можно объяснить отдаленностью этих лесничеств от населенных пунктов и малочисленностью проживающего на данной территории населения, а также малым числом автомобильных дорог. Кроме того, следует указать, что за анализируемый период большинство пожаров были крупные, выгоревшая площадь каждого составила более 25 га, отмечены случаи пожаров на площади более 1 000 га (табл. 2). Нужно заметить, что реорганизация структур предприятий лесного хозяйства внесла отрицательную роль в обеспечение своевременности тушения лесных пожаров.

Таблица 2 – Характеристика крупных лесных пожаров

Дата возникновения	Лесничество	Выгоревшая площадь, га	Причина
11.01.2020	Ушумунское	2 500	предположительно местное население
17.04.2020	Ушумунское	1 075	предположительно местное население
28.04.2020	Тыгдинское	6 200	предположительно местное население
28.04.2020	Магдагачинское	2 700	предположительно местное население
10.05.2020	Толбузинское	2 959	предположительно местное население
25.05.2020	Черняевское	2 940	переход с иных категорий земель
07.04.2022	Ушумунское	1 400	предположительно от линейных объектов
17.04.2022	Гонжинское	3 720	предположительно местное население

Анализ распределения лесных пожаров по времени возникновения показал, что в течении пожароопасного сезона в основном преобладает весенний период. В летний период процент пожаров невелик, о чем свидетельствуют

Охрана и рациональное использование лесных ресурсов
Protection and rational use of forest resources

данные, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение количества пожаров и выгоревших площадей по месяцам пожароопасного сезона

Год	Месяцы								Итого
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
<i>Магдагачинское лесничество</i>									
2020	8/4 233	7/256	–	–	–	–	–	–	15/4 489
2021	3/107	–	–	–	–	–	–	–	3/107
2022	11/2 066	3/756	–	–	–	–	–	–	14/2 822
Всего	22/6 406	10/1 012	–	–	–	–	–	–	32/7 418
<i>Тыгдинское участковое лесничество</i>									
2020	13/9 798	–	3/6	–	–	–	–	–	16/9 804
2021	2/408	1/4	1/4	–	–	–	–	–	4/416
2022	7/611	–	–	–	–	–	–	–	7/611
Всего	22/10 817	1/4	4/10	–	–	–	–	–	27/10 831
<i>Ушумунское участковое лесничество</i>									
2020	12/6 050	–	–	–	–	–	–	–	12/6 050
2021	1/17	–	–	–	–	–	–	–	1/17
2022	9/2 182	–	–	–	–	–	–	–	9/2 182
Всего	22/8 249	–	–	–	–	–	–	–	22/8 249
<i>Толбузинское участковое лесничество</i>									
2020	1/485	2/3 209	–	–	–	–	–	–	3/3 694
2021	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2022	2/85	–	–	–	–	–	–	–	2/85
Всего	3/570	2/3 209	–	–	–	–	–	–	5/3 779
<i>Черняевское участковое лесничество</i>									
2020	2/75	1/2 940	–	–	–	–	–	–	3/3 015
2021	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2022	–	3/195	1/20	–	–	–	–	–	4/215
Всего	2/75	4/3 135	1/20	–	–	–	–	–	7/3 230
<i>Гонжинское участковое лесничество</i>									
2020	5/218	1/98	–	–	–	–	–	–	6/316
2021	2/16	–	–	–	–	–	–	–	2/16
2022	5/672	–	–	–	–	–	–	–	5/672
Всего	12/906	1/98	–	–	–	–	–	–	13/1 004
<i>Сивакское участковое лесничество</i>									
2020	1/25	1/610	2/35	1/6	–	–	–	–	5/676
2021	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2022	2/460	1/35	–	–	–	–	–	–	3/495
Всего	3/485	2/645	2/35	1/6	–	–	–	–	8/1 171
<i>Итого</i>	<i>86/27 508</i>	<i>20/8 103</i>	<i>7/65</i>	<i>1/6</i>	–	–	–	–	<i>114/35 682</i>

Примечание: в числителе – количество пожаров; в знаменателе – выгоревшая площадь (га).

Общая характеристика горимости на части лесной территории, которую представляют 7 участковых лесничеств, представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Анализ горимости на территории Магдагачинского лесничества

Год	Число пожаров	В процентах	Выгоревшая площадь, га	В процентах	Средняя площадь одного пожара, га
2020	65	43	28 529	67	438,9
2021	14	9	601	1	42,9
2022	72	48	13 595	32	188,8
Всего	151	100	42 725	100	–

За последние три года, на территории данных участковых лесничеств зарегистрирован 151 пожар при выгоревшей площади 42 725 га. Наибольшее количество пожаров отмечено в 2022 г. Наибольшая выгоревшая площадь зарегистрирована в 2020 г. – 28 529 га. Самыми пожароопасными месяцами по количеству пожаров следует считать апрель и май.

Список источников

1. Шешуков М. А., Позднякова В. В. Лесопожарное районирование территории лесного фонда Амурской области. Хабаровск : Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 2012.
2. Беркаль И. В., Юст Н. А. Применение цифровых технологий в лесохозяйственной деятельности на территории Амурской области // Лесное хозяйство : материалы 86-й науч.-техн. конф. с междунар. участием. Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2022. С. 31–34.
3. Romanova N. A., Zhirnov A. B., Yust N. A., Fucheng X. Influence of forest growth conditions on the density of wood in the Amur region // Central European Forestry Journal. 2019. Vol. 65. No. 1. P. 41–50.
4. Юст Н. А., Дядченко О. С., Раткевич И. А. Анализ горимости лесов // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. С. 175–179.
5. Юст Н. А., Богуславец В. Ю. Наземный мониторинг с использованием цифрового оборудования для охраны лесов Амурской области от пожаров // Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. С. 193–199.

References

1. Sheshukov M. A., Pozdnyakova V. V. *Forest fire zoning of the forest fund territory of the Amur region*, Khabarovsk, Dal'nevostochnyi nauchno-issledovatel'skii institut lesnogo khozyaistva, 2012 (in Russ.).
2. Berkal I. V., Yust N. A. Application of digital technologies in forestry activities in the Amur region. Proceedings from Forestry: *86-aya Nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem*. (PP. 31–34), Minsk, Belorusskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet, 2022 (in Russ.).
3. Romanova N. A., Zhirnov A. B., Yust N. A., Fucheng X. Influence of forest growth conditions on the density of wood in the Amur region. *Central European Forestry Journal*, 2019;65;1:41–50.
4. Yust N. A., Dyadchenko O. S., Ratkevich I. A. Analysis of forest fire rates. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and development prospects: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 175–179), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018 (in Russ.).
5. Yust N. A., Boguslavets V. Yu. Ground monitoring using digital equipment for protecting forests of the Amur region from fires. Proceedings from Modern problems of soil science, agrochemistry and ecology: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 193–199), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023 (in Russ.).

© Юст Н. А., Рогозняк Е. А., Малашкова К. А., 2024

Статья поступила в редакцию 14.06.2024; одобрена после рецензирования 28.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 14.06.2024; approved after reviewing 28.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

吉林省常见灌木树种抗火性研究

周勇, 农学硕士, 副研究员

中国 吉林省 长春市, 吉林省林业科学研究院 (吉林省林业生物防治中心站)
307364652@qq.com

摘要: 针对吉林省 18 种常见灌木树种, 测定 21 个与抗火性能相关指标, 应用专家打分法、灰色关联分析方法和聚类分析法对灌木树种抗火性能进行排序, 以期应用在复合森林防火林带建设中。

监测: 灌木树种, 抗火性, 关联度分析

УДК 630*5

EDN JFUKIT

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-110-118>

Исследование огнестойкости распространенных видов кустарников в провинции Цзилинь

Чжоу Юн, магистр агрономии, младший научный сотрудник

Станция Центра биологического контроля Цзилиньского лесного хозяйства
Цзилиньской академии лесных наук, провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай
307364652@qq.com

Аннотация. Исследования по степени огнестойкости проводились на примере 18 кустарниковых видах, произрастающих в провинции Цзилинь. Была проведена комплексная оценка, включающая 21 показатель, определяющий степень огнестойкости и пирогенного воздействия. Используя экспертную методологию, методы корреляционного анализа и кластерного анализа, были определены рейтинг, видовой состав и ассортимент древесно-кустарниковых пород для их использования при создании сложных лесных насаждений, лесозащитных и противопожарных полос.

Ключевые слова: кустарниковые породы, огнестойкость, корреляционный анализ

Fire resistance study of common shrub species in Jilin Province

Zhou Yong, Master of Agriculture, Junior Researcher

Jilin Forestry Biological Control Center Station, Jilin Provincial Academy
of Forestry Science, Jilin Province, Changchun, China

307364652@qq.com

Abstract. Studies on the degree of fire resistance were conducted using the example of 18 shrub species growing in Jilin Province. A comprehensive assessment was carried out, including 21 indicators determining the degree of fire resistance and pyrogenic effects. Using expert methodology, methods of correlation analysis and cluster analysis, the rating, species composition and assortment of tree and shrub species were determined for their use in creating complex forest plantations, forest protection and fire protection strips.

Keywords: shrub species, fire resistance, correlation analysis

灌木是森林生态系统中的重要组分，在生态保护、恢复和重建中起重要作用 [1–3]。林下灌木使森林可燃物具有连续的垂直分布，可促使地表火转变为树冠火 [4]，表明灌木的生长状态和空间分布情况对林火蔓延有着极其重要的影响。合理的选择和配置乔、灌木树种，在火灾来临时可发挥良好的防灾避险功能，起到防控和减少火灾损失的作用，因此，了解灌木树种的抗火性能尤为重要。目前，灌木树种抗火性的相关研究主要在树种生物生态学和理化性质方面，在林火行为方面的研究还相对缺乏。因此，本文通过灌木树种生物生态学调查、理化指标测定和林火行为试验相结合的方法，研究吉林省 18 种常见灌木树种的抗火性。

1 材料与方法

1.1 研究对象的选取与材料采集

2023 年 7 月，在吉林省东部山区选取 18 个灌木树种功能叶片作为研究对象，包括红瑞木 (*Cornus alba* L)、紫丁香 (*Syringa oblata* Lindl.)、紫穗槐 (*Amorpha fruticosa*)、金银忍冬 (*Lonicera maackii* (Rupr.) Maxim.)、山里红

(*Crataegus pinnatifida* Bge. Var. Major N. E. Br.)、榆叶梅 (*Prunus triloba* Lindl.)、女贞 (*Ligustrum lucidum* Ait.)、珍珠梅 (*Sorbaria sorbifolia*)、连翘 (*Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl)、早锦带花 (*Weigela praecox*)、刺玫蔷薇 (*Rosa davurica* Pall)、金山绣线菊 (*Spiraea × bumalda* Gold Mound)、铺地柏 (*Sabina procumbens* (Endl.) Iwata et Kusaka)、茶条槭 (*Acer ginnala*)、金叶榆 (*Ulmus pumila*)、珍珠绣线菊 (*Spiraea thunbergii*)、小叶丁香 (*Syringa microphylla* Diels)、鸡树条荚蒾 (*Viburnum sargentii*)。

每个树种采集鲜叶片 200g，封口袋密封带回，用于理化指标试验测定；另取均匀覆盖 1m² 地面叶片，用于火行为试验指标测定。

1.2 试验方法

1.2.1 生物生态学特征调查

设立 10m×10m 调查样方，每个树种调查样方数量不低于 3 个，调查树木胸径大于 10cm，观察落叶情况、树皮光滑程度、凋落物分解速度快慢和萌蘖能力强弱，测量树皮厚度、凋落物叶片大小、凋落物密实度、凋落物孔隙度和根系深度，记录地貌、气候和土壤等立地条件。

1.2.2 理化指标测定

使用游标卡尺测量鲜叶片厚度 10 次，取平均值作为该鲜叶片厚度 (mm)；采用 105℃ 烘干恒质量法测定鲜叶片绝干含水率 (M , %)；利用 DW-02 型点着温度测定仪测量燃点 (°C)；干灰化法测定灰分 (%)；索氏提取法测定粗脂肪 (%)；使

用 C6000 型全自动氧氮量热仪测定热值 (J)。

1.2.3 火行为实验

实验前将覆盖 1m^2 地面的叶片采用 105°C 烘干恒质量法烘干至绝干, 称量样品质量 (W_0 , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$) 后平铺在 1m^2 火行为模拟实验台上, 设置 5cm 宽红松引燃物, 在绝干叶片蔓延过程中, 每隔 20cm 记录火头火焰长度 (L , m)、火焰宽度 (D , m) 和燃烧时间 (T , s), 火熄灭后记录剩余质量 (W_R , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$)。计算蔓延速度 (R , $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$)、消耗质量比 (CE , %)、火线强度 (I , $\text{KW}\cdot\text{m}^{-1}$) 和驻留时间 (τ , min), 其中: $R=0.2/T$, $\tau=60D/R$, $I=258L^{2.17}$, $CE=(W_0-W_R)/W_R$, 点烧时实验室内温度范围在 $23\sim 28^\circ\text{C}$, 空气相对湿度范围在 $59\%\sim 78\%$, 静风。

1.2.4 灌木抗火性综合评价

专家打分法, 是一种定性描述定量化方法, 本文使用加权评价型, 将各项指标依照重要程度给予不同的权重并给出评价结果, 本文通过专家打分法得出各灌木树种生物生态学综合得分。

灰色关联分析方法, 是根据因素之间发展趋势的相似或相异程度, 作为衡量因素间关联程度的一种方法。灰色关联分析主要分 5 步进行, 一是对原始数据进行无量纲化处理, 本研究采用效果测度变换法, 指标值增加, 相应抗火能力增强的, 采用上限测度 (公式 1); 指标值增加, 相应抗火能力减弱, 采用下限测度 (公式 2)。

二是确定参考数列 X_0 和比较数列 X_i , 其中, $X_0 = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)\}$, $X_i = \{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)\}$ 。三是求参考数列与比较数列的灰色关联系数 $\varepsilon_i(k)$, $\varepsilon_i(k)$ 为 X_i 对于 X_0 在 k 点的关联系数 (公式 3)。四是求关联度 r_i , r_i 为 X_i 对于 X_0 的关联度 (公式 4)。五是关联序排列, 将关联度 r_1, r_2, \dots, r_n 从大到小排成一列, 称为关联序。在灌木树种抗火性评价中, 关联度越大, 表明其抗火性越强。

$$X_{ij} = Y_{ij}/Y_{jmax}, \quad (1)$$

$$X_{ij} = Y_{jmin}/Y_{ij}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_i(k) = \frac{\min_i \min_j |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_j |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_j |X_0(k) - X_i(k)|}, \quad (3)$$

$$r_i = 1/n \sum_{k=1}^n \varepsilon_i(k) \quad (4)$$

2 结果与分析

2.1 生物生态学特征综合评价

根据对各灌木树种的调查及文献结果的整理, 依据生物学评分标准得出 1 灌木树种的生物生态学综合得分 (公式 5), 见表 1。

$$\begin{aligned} \text{综合得分} = & (1.5 \times (\text{落叶性状} + \text{树冠特性} + \text{凋落物大小与结构}) + \\ & + \text{凋落物分解速度}) \times 0.5 + (1.5 \times \text{耐旱性} + \text{耐阴性} + \text{喜肥性}) \times 0.2 + \\ & + (1.5 \times (\text{树皮光滑程度} + \text{树皮薄厚} + \text{萌孽能力}) + \text{根系状况}) \times 0.3 \end{aligned} \quad (5)$$

表 1 灌木树种的生物生态学评分

树种	综合得分	树种	综合得分	树种	综合得分
铺地柏	8.6	榆叶梅	9.4	金山绣线菊	11.4
红瑞木	9.9	女贞	10.4	珍珠绣线菊	11.7
金叶榆	10.6	珍珠梅	8.7	鸡树条荚蒾	9.6
紫丁香	9.9	连翘	10.7	小叶丁香	9.7
紫穗槐	9.7	早锦带花	9.9	山里红	10.9
金银忍冬	10.4	刺玫蔷薇	10.2	茶条槭	11.4

灌木树种的综合得分表明，铺地柏最易燃，珍珠绣线菊最难燃。

2.2 理化性质和火行为指标的统计特征

通过测定叶片的理化性质、火行为指标，18 个灌木树种实验指标值及统计特征见表 2。

表 2 灌木树种实验指标值及统计特征

树种	绝干含水率%	厚度 mm	抽提物%	灰分 %	燃点 °C	热值 J	蔓延速度 m/min	消耗质量比%	火线强度 KW/m	驻留时间 min
铺地柏	110.7	1.2	8.9	15.7	252	21124	0.43	88.3	38.5	0.07
红瑞木	132.1	1.8	5.3	13.3	263	17301	0.25	50.2	4.8	0.22
金叶榆	178.2	1.1	5.2	53.6	263	16820	0.17	50.2	0.7	0.12
紫丁香	177.3	2.6	5.6	8.0	249	19845	0.34	74.2	9.7	0.16
紫穗槐	115.2	1.0	7.6	6.1	257	19994	0.34	53.0	20.3	0.12
金银忍冬	109.6	1.7	4.9	8.6	254	19354	0.26	68.0	3.6	0.16
榆叶梅	152.8	1.5	3.5	14.1	269	17528	0.20	48.3	2.2	0.18
女贞	171.9	1.8	3.4	10.2	254	17732	0.24	53.0	1.6	0.15
珍珠梅	127.8	0.9	2.9	10.4	249	18366	0.40	73.4	12.9	0.15
连翘	136.2	1.7	16.6	7.4	253	19975	0.44	86.1	18.7	0.12
早锦带花	138.0	2.7	3.1	8.6	268	19026	0.28	85.4	13.4	0.14
刺玫蔷薇	127.0	1.1	6.9	7.4	258	19547	0.33	60.1	9.8	0.07
金山绣线菊	127.4	0.9	3.4	14.7	253	19230	0.36	71.6	22.0	0.08

表 2

树种	绝干含水率%	厚度 mm	抽提物%	灰分 %	燃点 °C	热值 J	蔓延速度 m/min	消耗质量比%	火线强度 KW/m	驻留时间 min
珍珠绣线菊	75.4	0.6	4.9	4.0	249	20072	0.53	56.2	9.2	0.04
鸡树条荚蒾	167.6	1.4	7.5	15.6	268	17936	0.54	68.4	21.8	0.06
小叶丁香	187.7	1.4	3.8	15.7	249	17037	0.14	54.2	0.14	0.11
山里红	116.5	1.9	5.8	8.2	260	19705	0.38	68.4	15.6	0.10
茶条槭	117.3	1.7	4.9	10.7	263	18942	0.38	57.0	11.1	0.07

2.3 基于灰色关联分析法的灌木抗火性

应用灰色关联分析法, 选择各灌木树种的生物生态学综合得分、叶片理化性质指标和火行为指标等 11 个指标值作为评价因素, 分别对 18 种灌木树种抗火性进行综合评价。不同树种的抗火性指标值构成一个比较序列, 共 18 个比较序列。对这 18 个比较序列中的原始数据进行无量纲化处理, 其中, 生物生态学综合得分、绝干含水率、厚度、灰分、燃点和驻留时间采用上线测度变换, 抽提物、热值、蔓延速度、消耗质量比和火线强度采用下线测度变换, 经效果测度变换后各指标值均在 0~1 区间, 指标值为 1 时抗火性能最佳。因此, 得到参考数列: $X_0 = \{1, 1, \dots, 1\}$, 为各指标抗火性能最佳情况。根据效果测度变换后的抗火性能指标值及参考数列, 得出关联系数和关联度, 关联度结果如表 3 所示。

关联度计算结果表明, 小叶丁香的抗火性最强, 铺地柏的抗火性最弱。

对灌木树种抗火性的关联度进行聚类, 树种抗火性的系统聚类情况如图 1 所示。本文把 18 个灌木树种分为 4 类, 抗火性强的是小叶丁香和金叶榆, 抗

火性较强的是榆叶梅、红瑞木、女贞、早锦带花和紫丁香，抗火性一般的是珍珠梅、茶条槭、金银忍冬、金山绣线菊、鸡树条荚蒾、山里红、紫穗槐、刺玫蔷薇、连翘和珍珠绣线菊，抗火性弱的是铺地柏。

表 3 灌木树种抗火性的关联系数和关联度

树种	关联度 r_i	树种	关联度 r_i	树种	关联度 r_i
铺地柏	0.5285	榆叶梅	0.7087	金山绣线菊	0.6071
红瑞木	0.6920	女贞	0.6886	珍珠绣线菊	0.5695
金叶榆	0.7540	珍珠梅	0.6157	鸡树条荚蒾	0.5990
紫丁香	0.6466	连翘	0.5713	小叶丁香	0.7733
紫穗槐	0.5831	早锦带花	0.6756	山里红	0.5943
金银忍冬	0.6074	刺玫蔷薇	0.5751	茶条槭	0.6145

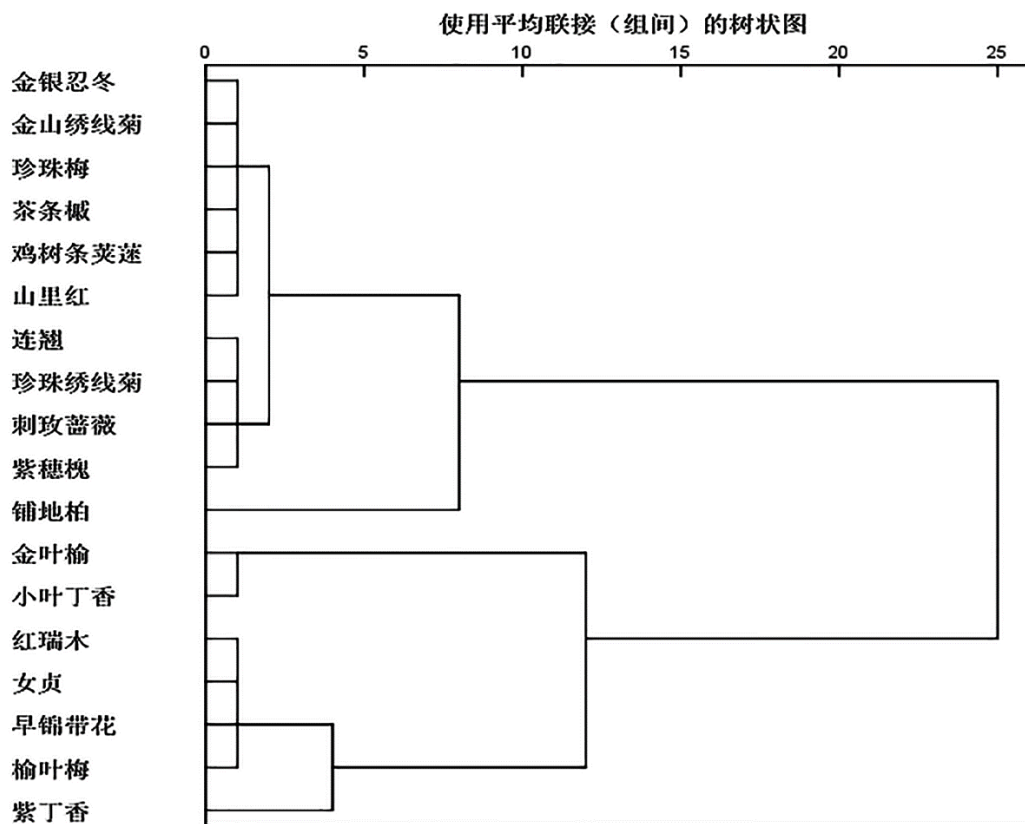


图 1 灌木树种抗火性类别情况

3 结论

对于常见灌木树种抗火性能的评价结果，是可以具体的应用在复合森林防火林带建设中，为最大限度的避免形成树冠，在灌木栽植或森林抚育时要考虑乔灌木的空间位置，尽量避免林内空间上连续的垂直分布，以期更好的保护森林避免森林火灾的侵扰。

参考文献

1. 王晓丽, 牛树奎, 马钦彦, 等. 北京地区主要针叶林易燃可燃物垂直分布. 北京林业大学学报, 2009;31(2):31–35.
2. Chuvieco E., Aguado I., Dimitrakopoulos A. P. Conversion of fuel moisture content values to ignition potential for integrated fire danger assessment. Canada Journal of Forest Research, 2004;34:2284–2293.
3. Crue M. G., Alexander M. E., Wakimoto R. H. Modeling the likelihood of crown fire occurrence in conifer forest stands. Forest Science, 2004;50(5):640—653.
4. 田晓瑞, 舒立福, 乔启宇, 等. 南方林区防火树种的筛选研究. 北京林业大学学报, 2001;23(5):43–47.

© 周勇, 2024

森林与城镇交界域火灾风险分析及对策 - 以万华烟台工业园为例

章林¹, 周勇², 王晓娜³, 朱炎城⁴, 刘广菊⁵, 张大明⁶

^{1,2,3} 吉林省林业科学研究院, 吉林 长春

⁴ 万华化学集团股份有限公司, 山东 烟台

⁵ 黑龙江省森林工程与环境研究所, 黑龙江 哈尔滨

⁶ 吉林省森林防火预警监测指挥中心, 吉林 长春

23600368@qq.com

摘要: 森林—城镇交界域火灾一个复杂而严重的灾害现象。本文对万华烟台工业园区森林交界域火灾风险进行了系统分析。结果表明:交界域内火源较多,一旦与细小森林可燃物接触就会形成第一引燃,但对园区威胁并不大;从一次引燃发展到二次引燃一般可通过火焰直接接触、热辐射以及飞火等三种方式,其中通过火焰直接接触或热辐射引燃园区可能性较小。园区北灵山有条件发生大规模树冠火,会出现飞火等极端火行为,对园区构成巨大威胁。而园区曲家山虽然也能形成局部树冠火,但不会对园区构成威胁。针对分析结果,提出了加强火源管理、有效调控森林可燃物、加大森林防火基础设施建设、建立专业化森林消防队伍等应对策略。

监测: 森林—城镇交界域, 火灾风险, 工业园区, 野外火源, 飞火

УДК 630*43

EDN JHJOT

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-119-126>

**Анализ горимости насаждений на границе «лес – город»
(промышленный парк Ваньхуа, Яньтай)
и рекомендации по ее снижению**

Чжан Линь¹, Чжоу Юн², Ван Сяона³,

Чжу Яньчэн⁴, Лю Гуанцзю⁵, Чжан Дамин⁶

^{1,2,3} Академия лесного хозяйства провинции Цзилинь

провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай

⁴ Химическая группа компаний Ваньхуа, провинция Шаньдун, Яньтай, Китай

⁵ Провинциальный институт лесотехники и охраны окружающей среды

провинции Хэйлунцзян, провинция Хэйлунцзян, Харбин, Китай

⁶ Командный центр раннего предупреждения о лесных пожарах провинции

Цзилинь, провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай
23600368@qq.com

Аннотация. В статье анализируется пожароопасная ситуация на границе лесных древостоев и промышленного парка Ваньхуа Яньтай. Выделены три основных способа перехода от первичного возгорания к вторичному: прямое горение, тепловое излучение и точечный пожар. Менее вероятно, что парк загорится от прямого воздействия пламени или теплового излучения. В парке на горе Бейлин существуют условия для возникновения крупномасштабных лесных пожаров от так называемого летающего огня, что представляет огромную угрозу для парка. По результатам анализа предложены стратегии преодоления последствий: усиление контроля за источниками возгорания, эффективное регулирование использования лесных горючих материалов, расширение масштабов строительства инфраструктуры по предотвращению лесных пожаров и создание специализированных групп по тушению лесных пожаров.

Ключевые слова: зона соприкосновения, естественные насаждения, город, пожароопасность, индустриальный парк, очаг природного пожара, летающий огонь

Analysis of the burning capacity of plantings on the forest – city border (Wanhua Industrial Park, Yantai) and recommendations for its reduction

**Zhang Lin¹, Zhou Yong², Wang Xiaona³,
Zhu Yancheng⁴, Liu Guangju⁵, Zhang Daming⁶**

^{1, 2, 3} Jilin Academy of Forestry Sciences, Jilin Province, Changchun, China

⁴ Wanhua Chemical Group Co., Ltd., Shandong Province, Yantai, China

⁵ Forest Engineering and Environmental Research Institute of Heilongjiang Province Heilongjiang Province, Harbin, China

⁶ Jilin Province Forest Fire Prevention Early Warning Monitoring Command Center Jilin Province, Changchun, China

23600368@qq.com

Abstract. The article analyzes the fire hazard situation on the border of forest stands and the Wanhua Industrial Park. Three main methods of transition from primary to secondary ignition are identified: direct combustion, thermal radiation and spot fire. It is less likely that the park will catch fire from direct exposure to flames or thermal radiation. In the park on Mount Beilin, there are conditions for large-scale forest fires from the so-called flying fire, which poses a huge threat to the park. Based on the results of the analysis, strategies for overcoming the consequences are proposed: strengthening control over sources of ignition, effective regulation of the use of forest combustible materials, expanding the scale of construction of infrastructure to prevent forest fires and the creation of specialized groups to extinguish

forest fires.

Keywords: contact zone, natural plantings, city, fire hazard, industrial park, natural fire, flying fire

森林—城镇交界域火灾（WUI）受到世界各国关注与重视，已经成为火灾领域的热点问题。森林—城镇交界域是人类活动频繁的地域，人类的生产生活用火为森林火灾的发生提供了丰富的火源，再加上可燃物的连续分布，成为火灾高发场所，出现交界域火灾向森林大火或大规模建筑火灾演化 [1]。而对山东省烟台市经济技术开发区重庆大街 59 号万华烟台工业园而言，园区化工厂房内多分布多种易燃易爆品、普通建筑物里也分布大量可燃物，这些都可能因毗邻的森林发生火灾而被引燃或引发火灾爆炸事故。因此，如何保证森林—城镇交界域的工业园区的安全已经成为企业高质量发展中必须面对的问题。本文旨在对万华烟台工业园区森林交界域火灾风险进行系统分析，讨论交界域火灾的传播机制，为森林—工业园区交界域火灾的防范提供技术支撑。

1 火灾风险分析

1.1 一次引燃

万华烟台工业园东侧的曲家山和北灵山，均含有丰富的细小森林可燃物，杂草、地表枯枝落叶等为一次引燃创造了物质条件。

该交界域内的火源也较多。一是生产性火源，主要有高架火炬喷火、机车喷火、野外作业用火等；二是非生产性火源，主要有野外吸烟、祭祀烧纸（曲家山有未迁移的坟头）、燃放烟火、电线引起（山上有输电线）等；三是其他方面，如恶意纵火、雷击火等。

上述火源一旦与细小森林可燃物接触就会形成第一引燃。一次引燃引发的森林火灾多为低能量地表火，对园区工业装置和普通建筑威胁并不大。

1.2 二次引燃

二次燃烧可以引发园区内建筑物火灾，或者直接引燃作业区内的易燃易爆物品而造成大火灾或大爆炸。

从一次引燃发展到二次引燃一般可通过火焰直接接触、热辐射以及飞火等三种方式。园区普通建筑物或者工业装置与毗邻的森林相隔距离在 60~120 m，而且它们之间一般还有园区道路相隔，毗邻的森林发生地表火后，很难通过直接的火焰接触方式向园区内的建筑物或者工业装置蔓延，二次引燃园区可能性较小。

根据 Cohen J. Saveland 研究表明：森林火灾在距离超过 40 m 时，通过热辐射作用不会引燃木材类的建筑物 [2]。但园区内存有大量易燃易爆危险品，其燃点比木材要低得多，在相同热辐射作用下，这些易燃易爆危险品比木材类建筑物更易点燃，这就说对园区而言，保护安全距离应更大些。而园区的建筑物或者工业装置与森林距离在 60~120 m 之间，参照加拿大油气工业区森林火灾风险评估方法的规定 [3]：森林与建筑物距离大于 20 m 时为低火灾风险区。所以，森林火灾通过热辐射引燃园区内建筑或者工业装置可能性较小。

飞火是森林大火中极端火行为，是高能量火特征之一，它是指高空飞落在前方的火点，往往能越过河流、道路及阻隔带等，点燃未燃烧的森林，形成新的火场，造成更大的灾害。而万华烟台工业园东侧的北灵山上的森林类型为黑松纯林，属于易燃树种，地表枯枝落叶厚度为 1.0~2.0 cm，有盖度较高的杂草和小灌木分布，可形成地表火，且黑松第一枝下高较低，和林下灌草形成可燃物连续垂直分布，且该片林郁闭度在 0.9 以上，地表火发生后极易转化为大规模树冠火。树冠火一旦形成，释放出巨大能量，可能会出现飞火等极端火行为，对万华烟台工业园将构成巨大威胁；而园区东侧的曲家山，乔木黑松稀少，主要是小灌木和杂草，极易发生地表火，虽然也能形成局部树冠火，但因黑松少而又稀疏，释放能量不会太高，很难出现飞火等极端火行为。但也

不排除，环境风将正燃烧的、轻的可燃物刮向园区，从而造成威胁。

2 应对策略

2.1 加强火源管理

火源管理主要针对上文提到的各种火源，通过各种管理手段，减少森林火源，降低林火发生的可能性。在进入森林防火期后，在进山路口，设立检查站，对进山人员进行火源检查，防止火种进山。严格禁止在野外吸烟和野外弄火。特别是在高火险期，林内严禁一切生产用火和野外作业用火。园区的高架火炬在高火险期间，尽量减少排放量。在春节期间，加强开封路一侧的巡逻，以防烟火。此外，应尽快排查火灾隐患，一是山上坟头登记造册，尽快迁出，以防上坟烧纸；二是排查山上输电线隐患，以防电火；三是清除上山枯立木、以防雷击火。

2.2 有效调控森林可燃物

2.2.1 曲家山森林可燃物调控

曲家山乔木黑松稀疏，小灌木和杂草盖度较大，应在每年防火期前清除地表杂草、小灌木及枯枝落叶，以防地表火 [4, 5].

最有效地措施，就是改造此山的可燃物种类。结合园区绿化美化环境要求，可以改造成公园，乔、灌、草配置要合理，充分考虑防火性能，尤其靠装置区的西侧，不宜栽植乔木，以矮化植被为主。另外，应多布设人行步道和人工景观（难燃），以分割植被，使可燃物呈不连续分布。

2.2.2 北灵山森林可燃物调控

北灵山针叶林，要降低可燃物的负荷量和调整可燃物的分布结构，减少地表火和树冠火的发生，最大限度的避免飞火的产生。一是在每年防火期前清除地表杂草、小灌木及枯枝落叶；二是对乔木进行修枝，使第一枝下高到达 3 m.

北灵山针叶林周边，应建立缓冲带，缓冲带营建要求：（1）第一枝下

高到达 3 m; (2) 避免树枝直接接触 (树冠间距大于 3 m); (3) 确保缓冲区边缘至少 9 m (以带宽 30 m 为例, 其他带宽, 按此比例计算) 内无易燃的地被可燃物; (4) 带宽平坡不小于 30 m, 坡度 15° 以上应大于 50 m.

2.3 加大森林防火基础设施建设

2.3.1 森林火险预警系统。建立森林火险监测站 1 处及森林防火预警平台 1 套, 完善预警响应机制, 以达到“因险而防”、“因险而动”。

2.3.2 林火视频监控系统。

一是在曲家山和北灵山山体海拔高处, 营建视频监控系统, 采用先进的红外探测技术、高清可见光视频技术、智能烟火识别技术, 实现森林火情 24 小时不间断探测和自动报警。二是在曲家山和北灵山入山口及 2 处山体用火重点区域安装火源监控视频系统, 监管曲家山和北灵山的野外火源, 减少森林火灾的发生 [6, 7].

2.3.3 以水灭火设施

在 2 处山体充分利用自然的溪、河等水源建设蓄水池或拦水坝等, 为以水灭火提供保障。另外, 可考虑在山体按照城市消防安装水鹤、消防栓等以水灭火设施, 以便更加高效便捷地处置山火 [8, 9].

2.3.4 宣传设施

在山体醒目位置, 营建宣传设施, 形式应多样化, 碑、牌、旗、条幅、防火吉祥物 (防火虎威威)、宣传墙 (栏) 可多种布设, 充分营造森林防火氛围, 以达到森林防火宣传教育的目的 [10–12].

2.4 建立专业化森林消防队伍

按照 LY/T 5009-2014 《森林消防专业队伍建设标准》[13], 在园区组建 1 支森林消防专业队伍, 配置风力灭火机、高压细水雾、水枪等扑火装备, 增加运兵车与机具运输车, 提升队伍装备机械化水平。加强队伍人员培训和实战演练, 提高扑救交界域火灾的能力 [14, 15].

2.5 评估园区建筑物、工业装置及作业区因飞火而引发火灾的风险

对园区建筑物、工业装置及作业区进行火灾风险评估是十分必要的，通过评估，摸清园区二次引燃火灾风险隐患底数、查明重点区域，客观认识因飞火而引发园区火灾的风险水平，为园区有效开展交界域火灾防治提供权威风险信息及科学决策依据。

3 结语

通过系统分析万华烟台工业园区森林交界域火灾风险，可以看出该交界域内会形成第一引燃，且对园区威胁并不大；而通过飞火方式形成二次引燃却对园区构成巨大威胁。但可以通过加强火源管理、有效调控森林可燃物、加大森林防火基础设施建设、建立专业化森林消防队伍等不同策略加以防范。

参考文献

1. 高仲亮, 陈鹏宇, 舒立福, 等. 森林-城镇交界域火灾的致灾因素分析. 森林防火, 2013;02:25-28.
2. Cohen J., Saveland J. Structure ignition assessment can help reduce fire damages in the W-UI. Fire Management Notes, 1997;57:5.
3. 姬丹, 况凯骞, 牛慧昌. 交界域火灾对化工企业的威胁及控制措施. 广东化工, 2015;42(15):118-119,128.
4. 章林, 周勇, 赵凤君, 等. 吉林省森林可燃物. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2018.
5. 金琳, 刘晓东, 张永福. 森林可燃物调控技术方法研究进展. 林业科学, 2012;48(02):155-161.
6. 全国森林防火规划(2016-2025年)[EB/OL]. (2017-05-18)[2023-02-04]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/201705/t20170518_1196773.html (Accessed 10 March 2024).
7. 邱焕斌. 结合通信铁塔的森林防火视频监测系统选址初探. 森林防火, 2022;01:37-40,44.
8. 董务闯, 凌峰, 邢建荣等. 苏州市吴中区森林防火基础设施建设情况调查及建议. 森林防火, 2022;01:87-92,97.
9. 赵宇. 青岛市崂山森林以水灭火设施合理布局研究. 北京林业大学, 2021. doi: 10.26949/d.cnki.gblyu.2020.001312.

10. 章林, 孙平岩, 绛增伦, 等森林防火宣传设施设置规范. 北京: 中国标准出版社, 2017.
11. 李梓雯. 森林防火现状问题与防火体系建设对策研究—以河南省新乡市为例. 森林防火, 2022;01:6–9,14.
12. 孜来比·买木提名. 森林草原防灭火工作关口前移问题初探. 森林防火, 2022;01:61–62,67.
13. 周红斌, 史永林, 刘文国, 等森林消防专业队伍建设标准. 北京: 中国标准出版社, 2014.
14. 章林, 舒立福, 周勇, 等. 森林消防体系研究. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2022.
15. 罗颖, 刘陈力为, 彭霞花等. 湖南省森林防火标准体系研究. 森林防火, 2022;02:1–6.

© 章林, 周勇, 王晓娜, 朱炎城, 刘广菊, 张大明, 2024

基于表型性状的蒙古栎种源遗传多样性分析

李海霞¹, 白卉², 王艳敏³, 李静⁴, 李正华⁵, 郭成博⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} 黑龙江省林业科学研究所 黑龙江省速生林木培育重点实验室

黑龙江 哈尔滨

lsbqf@163.com

摘要：以黑龙江省带岭林业局蒙古栎种质资源为研究对象，通过测定 8 个表型性状，采用遗传多样性分析、聚类分析和主成分分析对 25 个蒙古栎种源进行遗传多样性评价。结果表明：25 个种源 8 个表型性状的遗传多样性指数 (H') 为 0.81 ~ 1.93，变异系数为 13.66% ~ 66.72%。 H' 最高的为叶长，变异系数最高的为当年生枝条长度。当年生枝条长度与叶片数量、叶面积与叶长叶宽、叶形指数与叶柄长度都呈极显著正相关 (Sig. < 0.01)；叶形指数与叶宽、叶面积呈极显著负相关 (Sig. < 0.01)。聚类分析将 25 个种源分成 3 类，其中第Ⅲ类叶长、叶宽、叶脉数、叶面积显著高于其他两类 (Sig. < 0.05)。主成分分析提取的 3 个主成分累计贡献率达 83.68%，根据综合评价模型，计算综合得分最高的种源为东方红种源，其次是汪清、新青、临江、穆棱种源，最低的是白石砬子种源。该结果为蒙古栎优良种质资源的选育和推广提供了重要依据。

监测：蒙古栎, 表型性状, 多样性指数, 遗传多样性分析, 综合评价

УДК 582

EDN JQLJXZ

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-127-141>

**Анализ генетического разнообразия дуба монгольского
на основе фенотипических признаков**

Ли Хайся¹, Бай Хуэй², Ван Яньминь³,

Ли Цзин⁴, Ли Чжэнхуа⁵, Го Чэнбо⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Институт лесного хозяйства провинции Хэйлуцзян

Ключевая лаборатория быстрорастущего лесоразведения

провинции Хэйлуцзян, провинция Хэйлуцзян, Харбин, Китай

lsbqf@163.com

Аннотация. Генетическое разнообразие 25 образцов происхождения дуба монгольского (*Quercus mongolica*) было оценено с помощью анализа генетического разнообразия, кластерного анализа и анализа главных компонент на основе 8 фенотипических признаков. Результаты показали, что индекс генетического разнообразия по 8 фенотипическим признакам у 25 видов варьировал от 0,81 до 1,93, а коэффициент вариации – от 13,66 до 66,72 %. Наблюдались очень значительные положительные корреляции между длиной ветви и количеством листьев, площадью листа и длиной листа, шириной листа. Листовой индекс и длина черешка также показали очень значительную положительную корреляцию. В тоже время индекс листа и ширина листа имели крайне значительную отрицательную корреляцию с площадью листа. 25 сортов были разделены на 3 группы в соответствии с кластерным анализом. Длина листа, ширина листа, количество жилок и площадь листа в группе II были значительно выше, чем в других группах. Были выделены три главных компонента, а суммарный коэффициент вклада достиг 83,68 %. Результаты данного исследования заложили важную основу для селекции и продвижения лучших ресурсов зародышевой плазмы *Quercus mongolica*.

Ключевые слова: дуб монгольский, фенотипические признаки, индекс разнообразия, анализ генетического разнообразия, комплексная оценка

Analysis of the genetic diversity of *Quercus mongolica* based on phenotypic features

Li Hai-xia¹, Bai Hui², Wang Yan-min³,
Li Jing⁴, Li Zheng-hua⁵, Guo Chengbo⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Heilongjiang Forest Institute

Key Laboratory of Fast-Growing Tree Cultivating of Heilongjiang Province
Heilongjiang Province, Harbin, China

lsbqf@163.com

Abstract. The genetic diversity of 25 samples of the origin of *Quercus mongolica* was assessed using genetic diversity analysis, cluster analysis and principal component analysis based on 8 phenotypic traits. The results showed that the index of genetic diversity for 8 phenotypic traits in 25 species ranged from 0.81 to 1.93, and the coefficient of variation ranged from 13.66 to 66.72%. There were very significant positive correlations between the length of the branch and the number of leaves, leaf area and leaf length, leaf width. Leaf index and petiole length also showed a very significant positive correlation. At the same time, the leaf index and leaf width had an extremely significant negative correlation with the leaf area. 25 varieties were divided into 3 groups according to cluster analysis. Leaf length, leaf width, number of veins and leaf area in group II were significantly higher than in other groups. Three main components were identified, and the total contribution coefficient

reached 83.68%. The results of this study have laid an important foundation for the selection and promotion of the best germplasm resources of *Quercus mongolica*.

Keywords: *Quercus mongolica*, phenotypic features, diversity index, analysis of genetic diversity, comprehensive assessment

蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 是我国东北地区和华北山地天然次生林的主要成林树种, 作为东北林区重要用材树种, 广泛分布于大、小兴安岭、张广材岭及三江平原 [1, 2]. 由于其木材坚硬耐腐、纹理美观, 常被用做建筑材料、制造高级家具, 是优质的经济用材 [3, 4]; 有研究显示, 蒙古栎叶片、树皮具有清热解毒的功效, 有很高药用价值, 在药用方面有很大的开发潜力[5–7]; 再者, 蒙古栎作为次生林中的优势树种, 根系发达, 适应性强、抗性强, 在涵养水源、维持地域生态平衡和生态系统稳定中发挥重要作用, 所以蒙古栎是一种多用途生态型用材树种 [8–10], 具有很大的研究和开发利用价值。

目前, 由于蒙古栎分布区内生态环境差异较大, 使得同一树种在不同的生态环境下生长差异较大, 对于优质蒙古栎种质资源的评价就尤为重要 [11, 12]. 种质资源遗传多样性研究中, 基于表型性状的评价分析是最经济、最直接和最快速的方法。关于蒙古栎遗传变异的研究, 张桂芹 [13] 研究了不同种源蒙古栎生长性状变异情况, 结果发现这种变异主要是由遗传因素引起的。黄秦军 [14] 研究了 5 个种源苗期生长生理的差异, 结果显示遗传资源变异丰富。王娜 [15] 研究了 6 个蒙古栎天然种群的表型性状变异, 发现不同种群间同一表型性状的变异不同。

本研究以 25 个蒙古栎种源为材料, 以当年生枝长、叶长、叶宽、叶形指数、叶柄长、叶片数量、叶脉数及叶片面积等 8 个指标为原始指标体系, 采用变异系数、相关性分析、聚类分析、主成分分析进行蒙古栎表型性状综合评价, 旨在建立蒙古栎表型性状综合评价体系, 筛选优良蒙古栎种源, 为选育优异蒙古栎种质资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

黑龙江省带岭林业局蒙古栎种源试验林于 2001 年春季造林，完全随机区组设计，3 个重复小区，初植密度为 $1 \times 0.75 \text{ m}$ ，2009 年隔一行伐一行，现株行距 $1 \times 1.5 \text{ m}$ 。供试的 25 个蒙古栎种源分别为带岭、绥陵、沾河、嘉荫、乌伊岭、新青、美溪、苇河、东京城、绥阳、穆陵、东方红、白石山、松花湖、磐石、集安、汪清、临江、长白市、敦化、抚顺、湾甸子、白石砬子、岫岩、宽甸，25 个种源共保存 361 株样树。

1.2 试验方法

每个种源随机选取长势良好的样树各 15 株，每一样株在不同方位随机选取 5 个小枝，调查当年生叶片数量，测量当年生枝条长度；选取 30 片健康、无病虫害且完整的叶片测量叶片长度、叶片宽度、叶柄长度；利用叶片长度和叶片宽度计算叶形指数，调查叶脉对数；用 ImageJ 软件测量叶片面积。

多样性指数：蒙古栎各数量性状根据平均数、标准差分为 10 级，从第 1 级 $X_i < (\bar{x} - 2s)$ 到第 10 级 $X_i \geq (\bar{x} + 2s)$ ，每 $0.5s$ 为 1 级，每一级的相对频率用于计算多样性指数 [16–20]。

1.3 数据处理

利用 Excel 2021 进行数据整理；利用 Origin Pro 2021 对 8 个表型性状进行相关性分析，利用 IBM SPSS Statistics 26 对各表型性状进行聚类分析与主成分分析。

2 结果与分析

2.1 25 个种源表型性状观测结果

25 个种源的当年生枝长、叶长、叶宽、叶形指数、叶柄长、叶片数量、叶脉数及叶片面积等表型性状测量结果见表 1，对其进行方差分析，结果显

示，蒙古栎表型性状叶长、叶宽、叶形指数、叶柄长、叶面积各种源间均有显著差异（ $\text{Sig.} < 0.05$ ），而当年生枝条长度、叶片数量、叶脉数种源间差异不显著（ $\text{Sig.} > 0.05$ ）。东方红种源叶长（17.94 cm）、叶面积（132.76 cm²）均最大，显著大于其余 24 个种源。宽甸种源的叶柄长度和叶形指数最大，显著高于其余 24 个种源。

2.2 25 个种源表型性状的变异分析与遗传多样性指数

供试 25 个蒙古栎种源 8 个表型性状的变异系数见表 2。由表 2 可见，当年生枝条长度变异系数最大（66.72%），其次为叶柄长（39.42%）、叶面积（28.61%）、当年生叶片数量（24.81%）、叶形指数（19.95%）、叶宽（19.29%）、叶脉数（16.18%）、叶长（13.66%）。

不同种源同一性状的变异系数差异程度不同。当年生枝条长度、叶长、叶宽、叶形指数、叶柄长、当年生叶片数量、叶脉数、叶面积的变异系数分别 34.97%~110.88%、8.54%~20.91%、11.92%~29.03%、8.34%~100.71%、24.61%~74.09%、12.63%~48.03%、8.41%~21.32%、19.02%~40.98%，说明不同蒙古栎种源的表型性状变异较大。在 25 个种源中，穆棱种源各表型性状的平均变异系数最小，仅为 21.53%；而宽甸种源各表型性状的平均变异系数最大，为 43.93%。

为了研究表型性状的遗传多样性和分布频率的平衡性，采用 Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）比较 25 个蒙古栎种源的 8 个表型性状的多样性指数。由表 2 可知，8 个表型性状的遗传多样性指数（ H' ）差异较大，变化在 0.81（叶宽）和 1.93（叶长）之间。叶长（1.93）、叶脉数（1.89）、叶面积（1.86）、当年生叶片数量（1.85）、当年生枝条长度（1.76）的 H' 值居表型性状前列，说明这些表型性状在种质资源中具有较高的遗传多样性。

表1 25个蒙古栎种源表型性状测量结果

种源	编号	当年生枝条长 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶形指数	叶柄长 (cm)	当年生叶片数量	叶脉数(对)	叶面积 (cm ²)
带岭	H1	5.90±0.68	16.12±0.76	11.38±1.58	1.45±0.13	0.50±0.08	6±1.40	10±0.87	109.57±19.31
绥化	H2	5.04±0.09	15.15±0.10	11.66±0.94	1.33±0.10	0.49±0.05	5±0.90	11±0.28	103.44±8.10
沾河	H3	4.52±0.35	15.97±1.39	9.19±0.76	1.75±0.01	0.64±0.14	5±0.00	10±0.35	84.71±13.15
嘉荫	H5	6.29±2.54	16.06±1.98	10.71±2.15	1.54±0.15	0.55±0.23	7±1.58	10±0.93	96.64±33.48
乌伊岭	H6	5.17±2.53	16.32±1.39	11.69±2.96	1.46±0.23	0.57±0.12	5±1.15	9±1.27	108.60±33.28
新青	H7	4.56±1.47	16.65±1.82	13.03±1.27	1.29±0.02	0.54±0.09	5±0.12	10±2.12	129.61±14.81
奕溪	H8	8.16±3.8	15.18±1.13	10.24±0.98	1.52±0.07	0.50±0.10	6±1.85	9±1.75	89.58±15.96
带河	H9	5.38±2.81	14.54±0.72	9.79±0.36	1.51±0.12	0.40±0.10	6±0.90	10±0.75	78.11±0.88
东京城	H10	6.25±3.05	13.58±0.70	8.86±1.58	1.57±0.19	0.66±0.23	6±1.10	9±1.16	67.03±12.85
绥阳	H11	5.74±0.64	15.79±1.07	10.78±0.73	1.49±0.16	0.58±0.09	5±0.33	9±1.42	95.02±8.21
穆稜	H12	7.29±2.23	16.51±0.99	11.14±0.03	1.50±0.09	0.53±0.07	6±0.50	10±0.45	103.23±4.66
东方红	H13	8.56±3.15	17.94±0.09	12.68±0.65	1.44±0.10	0.56±0.04	6±0.90	12±0.90	132.76±9.25
白石山	J4	11.34±5.39	15.35±0.91	9.46±0.70	1.65±0.04	0.47±0.14	7±1.78	10±1.31	82.81±10.91
松花湖	J14	6.85±4.55	16.25±3.41	11.28±2.37	1.45±0.02	0.47±0.07	6±0.15	10±1.25	106.35±43.41
磐石	J15	6.01±2.21	13.73±0.25	9.16±0.19	1.51±0.01	0.49±0.04	5±0.40	11±0.25	72.11±3.03
集安	J16	6.27±2.73	14.01±1.95	9.48±1.28	1.49±0.08	0.47±0.05	6±0.46	10±1.01	80.58±23.29
汪清	J17	13.14±6.66	15.31±0.58	10.39±0.31	1.50±0.07	0.58±0.06	8±3.42	10±1.33	94.47±4.83
临江	J18	11.64±5.57	15.77±1.51	9.69±0.43	1.64±0.20	0.46±0.08	8±1.73	10±1.40	82.87±7.67
长白市	J19	12.35±3.19	14.59±0.63	9.80±0.34	1.50±0.04	0.40±0.04	6±0.13	10±1.14	79.14±2.36
敦化	J25	6.02±2.51	14.04±1.71	9.43±1.02	1.52±0.03	0.65±0.16	6±0.60	10±1.57	78.99±21.55
弯甸子	L20	10.46±3.46	14.64±2.10	9.22±0.88	1.80±0.44	0.46±0.13	8±0.15	9±1.48	75.26±12.18
白石砬子	L21	3.85±1.92	14.63±1.54	9.61±1.25	1.54±0.08	0.39±0.01	5±0.62	9±1.47	79.37±15.65
宽甸	L22	7.38±2.06	14.70±0.22	8.34±1.34	2.23±0.72	1.02±0.37	5±1.20	11±1.70	71.66±8.39
砬砬	L23	8.22±3.08	16.08±0.45	10.51±0.06	1.55±0.05	0.49±0.16	7±1.80	9±0.75	92.60±2.65
抚顺	L24	8.29±2.56	14.76±0.43	9.99±1.37	1.54±0.25	0.47±0.12	5±1.00	9±0.90	80.21±11.00

表2.25个蒙古栎种源表型性状的变异系数与遗传多样性指数

种源	编号	各性状变异系数(%)										均值
		当年生枝系长	叶长	叶宽	叶形指数	叶柄长	当年生叶片数量	叶脉数	叶面积	多样性指数		
常岭	H1	47.12	11.92	21.25	14.64	40.00	26.05	15.09	29.97	25.75		
绥棱	H2	35.56	11.00	19.74	15.58	32.96	26.63	11.04	24.76	22.16		
沾河	H3	77.54	16.76	17.14	11.03	40.32	15.17	12.61	29.13	27.46		
嘉荫	H5	67.68	15.76	23.85	15.01	63.98	32.55	20.70	38.17	34.71		
乌伊岭	H6	58.48	14.46	28.28	19.79	33.01	26.75	17.46	39.51	29.72		
新青	H7	62.76	18.95	18.60	18.13	24.61	15.31	21.32	25.75	25.68		
美溪	H8	69.82	17.65	22.25	18.82	37.07	32.20	19.82	38.90	32.07		
苇河	H9	75.27	8.83	16.35	13.18	39.94	24.88	12.34	19.02	26.23		
东京城	H10	72.04	11.09	19.73	15.43	59.81	25.31	15.71	23.97	30.39		
绥阳	H11	34.97	15.04	17.18	15.37	31.50	12.63	20.48	27.50	21.83		
穆稜	H12	57.06	13.19	14.36	13.06	28.24	12.86	11.05	22.46	21.53		
东方红	H13	86.61	13.32	17.20	14.96	27.71	29.98	13.38	27.27	28.80		
白石山	J4	54.61	10.14	16.80	12.62	37.04	35.56	17.06	23.98	25.98		
松花湖	J4	89.50	20.91	22.48	9.67	26.57	14.33	15.08	40.98	29.94		
慧石	J15	81.63	8.54	11.92	8.34	30.99	19.91	8.41	19.13	23.61		
集安	J16	70.49	19.70	21.99	13.07	34.38	20.97	17.35	38.94	29.61		
汪清	J17	70.57	10.66	16.85	12.85	26.03	48.03	19.09	35.77	29.98		
临江	J18	82.21	14.15	12.97	14.19	34.35	29.34	16.44	22.99	28.33		
长白市	J19	65.89	12.91	16.46	9.62	40.47	21.71	15.55	24.64	25.90		
敦化	J25	56.92	15.34	19.51	14.38	40.70	19.57	18.99	32.90	27.29		
珲甸子	L20	56.51	14.75	21.04	75.73	42.18	19.47	16.73	22.21	33.58		
白石砬子	L21	68.69	13.28	19.06	11.27	58.94	19.32	19.76	31.13	30.18		
宽甸	L22	64.77	11.25	29.03	100.71	74.09	29.79	18.92	22.89	43.93		
岫岩	L23	80.64	12.86	16.05	10.67	41.39	36.89	13.36	24.28	29.51		
抚顺	L24	80.65	9.09	22.12	20.58	39.11	25.00	16.77	28.93	30.28		
均值		66.72	13.66	19.29	19.95	39.42	24.81	16.18	28.61	-		
多样性指数		1.76	1.93	0.81	1.50	1.73	1.85	1.89	1.86	-		

2.3 25 个种源表型性状的相关性分析

由图 1 可知，25 个蒙古栎种源表型性状间存在一定的相关关系。其中，当年生枝条与叶片数量存在着显著的正相关关系（Sig.<0.01）。叶长与叶宽、叶面积 2 个性状存在着显著正相关关系（Sig.<0.01）。叶宽与叶面积存在显著的正相关关系，而与叶形指数之间表现为显著负相关关系（Sig.<0.01）。叶形指数叶柄长度存在呈极显著正相关关系（Sig.<0.01），而与叶面积表现为显著负相关关系（Sig.<0.01）。综上所述，各蒙古栎种源相关性状大多关系紧密，当其中一个性状指标发生变化时可能会引起其他性状指标的变化。

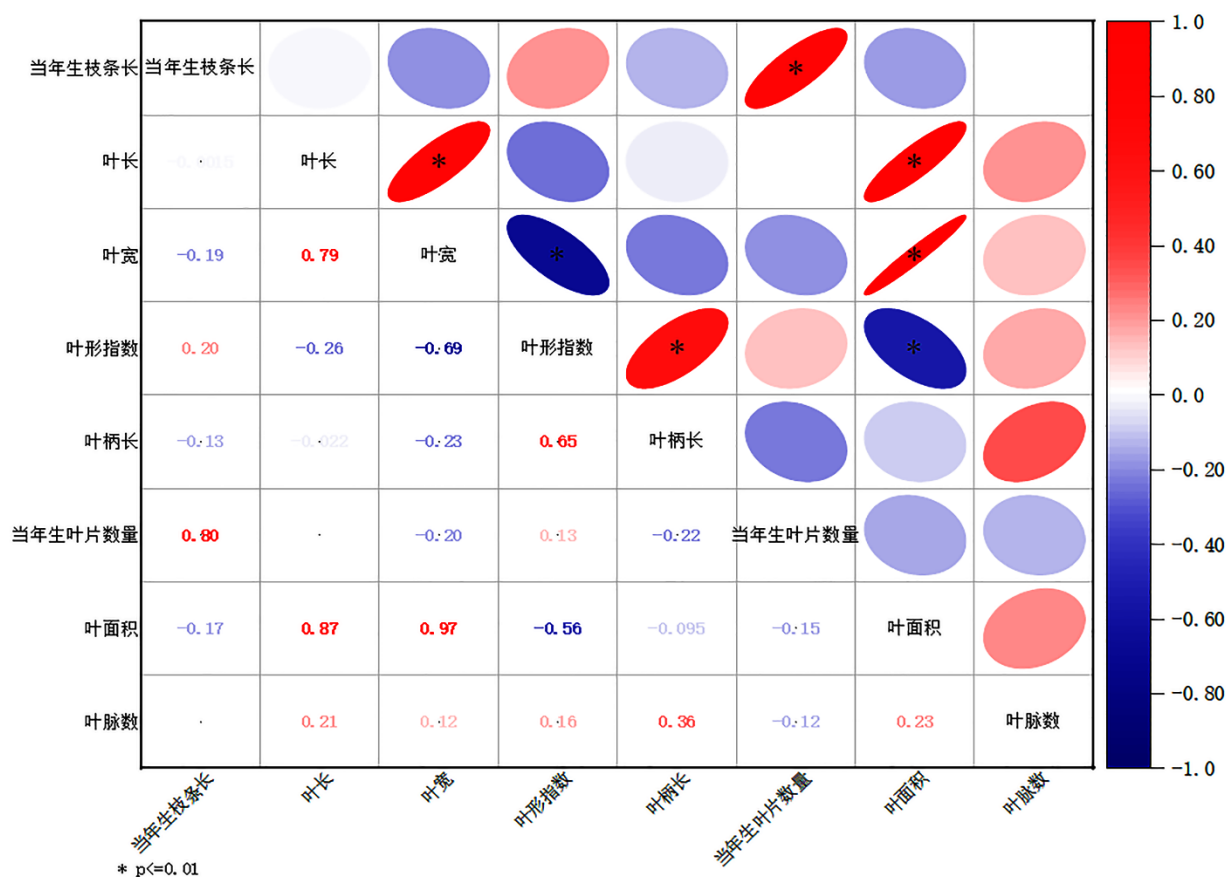


图 1 8 个表型性状相关性分析

2.4 25 个种源表型性状的聚类分析

利用 IBM SPSS Statistics 26 对 25 个蒙古栎种源进行系统聚类，结果见图 2。25 个蒙古栎种源在欧式距离 10.0 处可分为 3 个类群，其中第 I 类群包括白石山、

临江、长白市、弯甸子、苇河、敦化、集安、白石砬子、抚顺、沾河、磐石、宽甸、东京城（J4、J18、J19、L20、H9、J25、J16、L21、L24、H3、J15、L22、H10）等种源，这一类的特点是叶长、叶宽、叶面积最小，而叶形指数显著大于其他两类 (Sig.<0.05)。

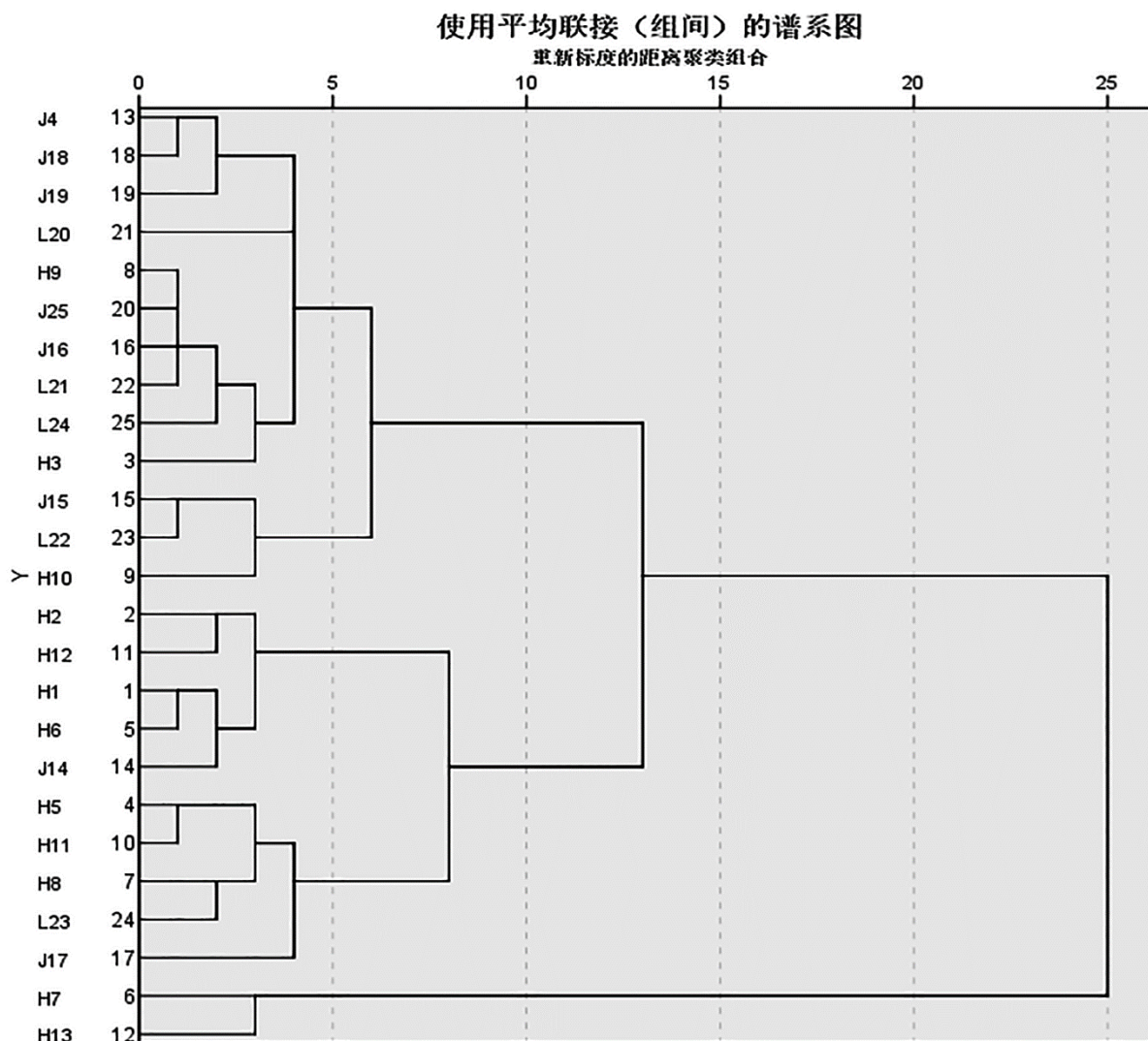


图 2 基于表型性状的 25 个蒙古栎种源的聚类分析结果

第 I 类群在欧式距离 5 处进一步聚为 2 小类。第 1 小类包括白石山、临江、长白市、弯甸子、苇河、敦化、集安、白石砬子、抚顺、沾河（J4、J18、J19、L20、H9、J25、J16、L21、L24、H3），共同特征为当年生枝条较长，叶形指数小于第 2 小类。第 2 小类包括磐石、宽甸、东京城（J15、L22、

H10)，共同特征为叶柄长较长。第Ⅱ类群包括绥棱、穆棱、带岭、乌伊岭、松花湖、嘉荫、绥阳、美溪、岫岩、汪清（H2、H12、H1、H6、J14、H5、H11、H8、L23、J17），这一类的叶脉数最少，其余指标值介于第Ⅰ类和第Ⅲ类之间。这一类在欧式距离5处进一步聚为2小类。第1小类包括绥棱、穆棱、带岭、乌伊岭、松花湖（H2、H12、H1、H6、J14），共同特征是当年生枝条长度较短，叶片面积较大。第2小类包括嘉荫、绥阳、美溪、岫岩、汪清（H2、H12、H1、H6、J14）。第Ⅲ类群包括新青和东方红种源（H7、H13），主要特点是叶长、叶宽、叶脉数、叶面积显著高于其他两类（Sig.<0.05）。

2.5 25个种源表型性状的主成分分析

供试蒙古栎种源表型性状变异的主成分分析结果见表3、表4、表5。结果显示：蒙古栎种源表型性状变异的第1、第2、第3主成分的累计贡献率达到了83.68%（表3）。

表3 主成分特征值和贡献率

成分	初始特征值			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分比(%)	累积(%)	总计	方差百分比(%)	累积(%)
1	3.311	41.388	41.388	3.118	38.973	38.973
2	1.835	22.940	64.329	1.837	22.961	61.934
3	1.548	19.347	83.675	1.739	21.742	83.675
4	0.744	9.302	92.977	—	—	—
5	0.258	3.229	96.206	—	—	—
6	0.242	3.031	99.236	—	—	—
7	0.051	0.640	99.876	—	—	—
8	0.010	0.124	100.000	—	—	—

表明前3个主成分反映了原始变量的绝大部分信息。因此提取前3个主成分代替原8个指标评价种源差异，主成分特征向量的绝对值越大，其对该变量的代表性越大。在第1主成分中，权重系数较大的是叶长、叶宽、叶面积，主要反映叶片大小指标；在第2主成分中，当年生枝条长度和叶片数量

权重系数较大，主要反映生长量指标；在第 3 主成分中，叶柄长和叶脉数权重系数较大（表 4）。

表 4 成分矩阵

性状	主成分		
	1	2	3
当年生枝条长度	-0.259	0.776	0.444
叶长	0.803	0.084	0.418
叶宽	0.981	0.036	0.038
叶形指数	-0.724	-0.229	0.535
叶柄长	-0.287	-0.615	0.612
叶片数量	-0.195	0.855	0.318
叶脉数	0.255	-0.251	0.603
叶面积	0.963	-0.013	0.221

以 $X_1 \sim X_8$ 分别代表 8 个指标的标准化数值，代入到主成分中，获得 3 个主成分因子的得分公式如下：

$$\begin{aligned}
 F_1 &= -0.259X_1 + 0.803X_2 + 0.981X_3 - 0.724X_4 - \\
 &\quad 0.287X_5 - 0.195X_6 + 0.255X_7 + 0.963X_8, \\
 F_2 &= 0.776X_1 + 0.084X_2 + 0.036X_3 - 0.229X_4 \\
 &\quad - 0.615X_5 + 0.855X_6 - 0.251X_7 - 0.013X_8, \\
 F_3 &= 0.444X_1 + 0.418X_2 + 0.038X_3 + 0.535X_4 \\
 &\quad + 0.612X_5 + 0.318X_6 + 0.603X_7 + 0.221X_8
 \end{aligned}$$

由于各个主成分方差贡献率不同，所以对其评价时，以各个主成分的贡献率为权重，由主成分得分和对应的权重相乘求和构建综合评价函数，得出综合评价模型如下：

$$F = 0.4946 F_1 + 0.2742 F_2 + 0.2312 F_3$$

其中，F 为每个种源的综合评价得分， F_1 、 F_2 、 F_3 为每个主成分得分。根据综合评价模型，计算出不同蒙古栎种源综合得分和排序结果（表 5）。从表 5 可以看出，表型性状综合得分最高的东方红种源，综合得分达到了

1.78, 综合得分最低的是白石砬子种源。

表 5 25 个蒙古栎种源综合评价

种源	编号	综合得分	排序	种源	编号	综合得分	排序
带岭	H1	0.32	8	松花湖	J14	0.34	7
绥棱	H2	0.07	12	磐石	J15	-0.66	23
沾河	H3	-0.17	16	集安	J16	-0.59	21
嘉荫	H5	0.36	6	汪清	J17	0.76	2
乌伊岭	H6	0.00	13	临江	J18	0.52	4
新青	H7	0.53	3	长白市	J19	-0.11	15
美溪	H8	-0.26	17	敦化	J25	-0.45	19
苇河	H9	-0.59	20	弯甸子	L20	-0.10	14
东京城	H10	-0.93	24	白石砬子	L21	-1.07	25
绥阳	H11	-0.27	18	宽甸	L22	0.31	9
穆棱	H12	0.45	5	岫岩	L23	0.14	11
东方红	H13	1.78	1	抚顺	L24	-0.63	22
白石山	J4	0.26	10	-	-	-	-

3 讨论

表型性状多样性分析是生物遗传多样性在形态学水平上的表现,反映了植物自身遗传因素与外界环境共同作用的结果 [21]。表型性状分析是研究遗传多样性最直观、最简便的方法。通过表型性状遗传多样性分析,不仅可以全面掌握种质资源信息,挖掘特色资源,还可以为下一步分子生物学遗传多样性提供可靠的数据参考。本研究通过对 25 个蒙古栎种源 8 个典型性状进行统计分析,结果发现,各种源间叶长、叶宽、叶形指数、叶柄长、叶面积差异显著,而当年生枝条长度、叶片数量、叶脉数未表现出显著差异。李宁等人 [22, 23] 研究显示,性状的变异系数越大,则遗传稳定性越小,越容易受到环境变化的影响。

Shannon-Wiener 多样性指数是用来判断生物群落结构变化或生态系统稳定性的指标,多样性指数越大,稳定性越高。本研究结果显示出了同样的规律,8 个表型指标中当年生枝条长度变异系数最大,最不稳定,最容易受到环境的影响;叶长的变异系数最小,遗传多样性指数也最高,稳定性也最高。

25 个种源中，宽甸种源各表型性状的平均变异系数最大，穆棱种源各表型性状的平均变异系数最小，原因可能是在 25 个种源中，宽甸种源纬度最低，这一种源种植到高纬度地点，最容易受环境的影响。

聚类分析结果显示，25 个蒙古栎种源在欧氏距离为 10 处可分为 3 个类群，其中第 I 类的特点是叶长、叶宽与叶面积最小，而叶形指数显著大于其他两类；第 II 类种源表型性状指标值介于第 I 类和第 III 类之间，第 III 类的特点是叶长、叶宽、叶脉数、叶面积显著高于其他两类；进一步明确了不同种源之间的遗传距离，为蒙古栎种质资源创新奠定了基础。

运用主成分分析法提取了 3 个特征值大于 1 的主成分因子，累计贡献率达到 83.675%，可代表 25 个种源各性状遗传变异的主要信息，以各主成分对应的贡献率为权重，基于因子分析法对蒙古栎表型性状进行综合评价，得到东方红、汪清、新青、临江、穆棱综合表现排名前 5 的优良种源。表型性状评价是研究遗传多样性最为直接有效的方法之一，本研究中主要是利用数量性状进行评价，建议在以后的研究中进一步从分子水平对其进行遗传多样性分析。

4 结论

综上所述，本研究采集了 25 个蒙古栎种源表型性状进行分析，结果表明，25 个蒙古栎种源表型性状存在丰富的变异。叶片面积、当年生枝条长度、叶柄长度可作为蒙古栎性状最主要和直观的观测性状。根据综合得分筛选出东方红、汪清、新青、临江、穆棱综合表现排名前 5 的种源，为蒙古栎育种研究提供一定的参考依据。

参考文献

1. 何亚婷, 何友均, 王鹏, 等. 不同经营模式对蒙古栎林土壤有机碳组分的长效性影响. 生态环境学报, 2023;32(1):11-17.

2. 许学锋. 蒙古栎扦插生根特性研究. 辽宁林业科技, 2020;1:43–45.
3. 李祉漪, 战昊, 张家榕, 等. 不同种源蒙古栎种子及其苗期生长性状变异研究. 西北林学院学报, 2023;38(1):73–79.
4. 张俊, 尚家辉, 程广有, 等. 蒙古栎生长性状种内变异规律初步研究. 北华大学学报(自然科学版), 2020;21(04):447–451.
5. 苏日娜, 莫德格玛, 鲍布日额. 蒙古栎的研究进展. 世界最新医学信息文摘, 2018;18(16):81–82.
6. Ilias M., El K., Nezha S. *In vitro* and *in vivo* antioxidant and anti-hyperglycemic activities of Moroccan oat cultivars. *Antioxidants*, 2017;6(4):102–105.
7. 袁红艳, 张晔, 王丹, 等. 柞树皮对脂多糖和 D-氨基半乳糖诱导败血症休克小鼠的保护作用. 时珍国医国药, 2011;22(12):2886–2887.
8. 丛沛桐, 王瑞兰. 三江平原蒙古栎次生林效应带生态功能模拟. 广东林业科技, 2007;23(1):14–17.
9. 李晓杰, 金慧, 赵莹, 等. 长白山区低密度中幼蒙古栎林生态恢复技术. 中国野生植物资源, 2014;33(5):31–32.
10. 谢立红, 黄庆阳, 曹宏杰, 等. 五大连池火山蒙古栎种群空间分布格局. 生态与农村环境学报, 2023;39(7):896–906.
11. 郝家臣, 曲晖, 张慧东, 等. 东北地区天然蒙古栎的起源和分布. 辽宁林业科技, 2023;1:50–52.
12. 于海媛, 郑军, 卢庆杰, 等. 蛟河市蒙古栎林资源现状分析与经营建议. 吉林林业科技, 2023;52(4):39–42.
13. 张桂芹, 刘跃杰, 姜秀煜, 等. 蒙古栎种源生长性状的遗传变异及优良种源选择. 东北林业大学学报, 2015;4:5–7,36.
14. 黄秦军, 黄国伟, 苏晓华, 等. 蒙古栎生长及生理特征的种源间差异. 林业科学, 2013;49(09):72–78.
15. 王娜, 杨会娜, 肖健. 蒙古栎主要种群表型性状变异分析及多样性研究. 林业与生态科学, 2023;38(3):269–274.
16. 张斌斌, 蔡志翔, 沈志军, 等. 观赏桃种质资源表型性状多样性评价. 中国农业科学, 2021;54(11):2406–2418.
17. 翟艺兰, 张楚磊, 楚爱香, 等. 二十七种槭属植物表型多样性分析. 浙江农业学报, 2023;35(11):2621–2635.
18. 王业社, 侯伯鑫, 索志立, 等. 紫薇品种表型多样性分析. 植物遗传资源学报, 2015;16(1):71–79.
19. 蔡翠萍, 汪书丽, 权红, 等. 藏药材喜马拉雅紫茉莉种质资源的形态多样性. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013;38(12):61–66.
20. 火艳, 招雪晴, 黄厚毅, 等. 观赏石榴表型遗传多样性分析. 浙江农林大学学报, 2020;37(5):939–949.

21. 林存学, 杨晓华, 刘海荣. 东北寒地 96 份李种质资源表型性状遗传多样性分析. 园艺学报, 2020;47(10):1917–1929.
22. 李宁, 王飞, 姚明华, 等. 国内外辣椒种质资源表型性状多样性及相关性分析. 辣椒杂志, 2015;13(1):8–13.
23. 韩畅, 蒋琪, 付彦勇, 等. 线椒主要农艺性状的综合评价及分析. 辣椒杂志, 2020;18(4):8–15.

© 李海霞, 白卉, 王艳敏, 李静, 李正华, 郭成博, 2024

**УПРАВЛЕНИЕ
ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ
ПРИРОДНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ**

**MANAGEMENT OF SPECIALLY
PROTECTED NATURAL AREAS**

Научная статья

УДК 630*5

EDN JUVMLW

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-143-149>

Проекты по лесовосстановлению: возможности для дальневосточных регионов в условиях перехода к низкоуглеродной экономике

Наталья Евгеньевна Антонова¹, доктор экономических наук, доцент

Николай Алексеевич Дзюба², аспирант

¹ Институт экономических исследований Дальневосточного отделения РАН
Хабаровский край, Хабаровск, Россия

² Дальневосточный институт управления – филиал Российской академии
народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ
Хабаровский край, Хабаровск, Россия

¹ antonova@ecrin.ru, ² dzyuba.k@bk.ru

Аннотация. Рассмотрены цели и инструменты реализации мировой климатической повестки для лесного хозяйства на национальном уровне. Проведена оценка возможности реализации лесоклиматического проекта по лесовосстановлению на территории Хабаровского края. Алгоритм оценки включал определение последовательности этапов реализации проекта, необходимых затрат на каждом этапе и в целом по проекту, расчет объемов поглощения углекислого газа и возможных к продаже на рынке углеродных единиц, а также оценку возможных экономических эффектов для инвестора и бюджетов разных уровней.

Ключевые слова: лесное хозяйство, лесоклиматический проект, лесовосстановление, углеродные единицы, Хабаровский край

Для цитирования: Антонова Н. Е., Дзюба Н. А. Проекты по лесовосстановлению: возможности для дальневосточных регионов в условиях перехода к низкоуглеродной экономике // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 143–149.

Original article

**Reforestation projects: opportunities for the Far Eastern regions
in the transition to a low-carbon economy**

Natalia E. Antonova¹, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor

Nikolay A. Dzyuba², Postgraduate Student

¹ Economic Research Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy

of Sciences, Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russia

² Far Eastern Institute of Management – Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration
Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russia

¹ antonova@ecrin.ru, ² dzyuba.k@bk.ru

Abstract. The goals and tools for implementing the global climate agenda for forestry at the national level are considered. An assessment was made of the possibility of implementing a forest climate project for reforestation in the Khabarovsk krai. The assessment algorithm included determining the sequence of project implementation stages, the necessary costs at each stage and the project as a whole, calculating the volume of carbon dioxide absorption and carbon units possible for sale on the market, as well as assessing the possible economic effects for the investor and budgets of different levels.

Keywords: forestry, forest climate project, reforestation, carbon units, Khabarovsk krai

For citation: Antonova N. E., Dzyuba N. A. Reforestation projects: opportunities for the Far Eastern regions in the transition to a low-carbon economy. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 143–149), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

В рамках Парижского соглашения, принятого в 2015 г. на заседании ООН по изменению климата, были определены основные цели для всех стран в контексте устойчивого развития общества на глобальном уровне: направление усилий на сокращение (поглощение) выбросов парниковых газов, а также осуществление совместной работы по адаптации к последствиям изменения климата. Российская Федерация, как и другие страны, определила на национальном уровне вклад в реализацию этих целей, в том числе за счет повышения энергетической эффективности во всех секторах экономики, развития использования возобновляемых источников энергии, защиты и повышения качества естественных поглотителей и накопителей парниковых газов [1].

Намеченные направления соответствуют Стратегии низкоуглеродного развития экономики, реализуемой в России, в которой в том числе важная роль отводится поглощающей способности лесов и иных экосистем в достижении

к 2030 г. сокращения выбросов парниковых газов до 70 % относительно уровня 1990 г. [2].

Применительно к лесному хозяйству укрупнено выделяют два инструмента реализации указанных выше целей мировой климатической повестки. К первому инструменту относят *лесоклиматические проекты (ЛКП), направленные на увеличение поглощающей и связывающей способности лесов*. Вторым инструментом является *адаптация лесного хозяйства к изменениям климата с помощью традиционных мероприятий по охране, защите и восстановлению лесов*. По мнению экспертов, если первый инструмент должен заинтересовывать частных инвесторов во вложении средств в реализацию ЛКП за счет возможности продажи полученных углеродных единиц на рынке, то второй работает за счет бюджетных средств, расходуемых лесохозяйственными органами на сложившуюся исторически систему мероприятий [3].

В данной статье рассмотрим возможности реализации первого инструмента в условиях лесопользования в Дальневосточном федеральном округе. Леса регионов Дальнего Востока играют важную роль с точки зрения национального вклада России в достижение целей климатической повестки как по сокращению (поглощению) выбросов парниковых газов, так и по адаптации к последствиям изменения климата.

В Дальневосточном федеральном округе расположено 43 % лесопокрытой площади России и 31 % запаса российской древесины. Поглощающая способность бореальных лесов осуществляется за счет ежегодного накопления углерода в пулах надземной и подземной биомассы, мертвом органическом веществе, подстилке, почве, заготовленных лесоматериалах. К основным многолесным территориям округа относятся Республика (Саха) Якутия, Республика Бурятия, Хабаровский и Забайкальский края, Амурская область, на них приходится по 82 % лесопокрытой площади и общего запаса древесины. Из-за низ-

кой инфраструктурной освоенности северных территорий округа там существует проблема доступности лесных ресурсов, поэтому реализация лесоклиматических проектов более вероятна в экономически развитой южной зоне Дальнего Востока. Например, такой проект реализуется в настоящее время в Сахалинской области, планируется реализация подобных проектов и на территориях Хабаровского и Приморского краев.

Лесоклиматические проекты – это проекты, направленные на сокращение выбросов парниковых газов (ПГ) и увеличение объемов их поглощения, реализуемые на принципах дополнительности, постоянства и отсутствия утечки. Дополнительность означает, что результатом проекта является сокращение (поглощение) ПГ, произошедшее за счет дополнительных мер помимо традиционных лесохозяйственных мероприятий. Например, текущие лесоохранные и лесовосстановительные мероприятия, реализуемые учреждениями отраслевых органов государственного управления, не будут иметь признак дополнительности, тогда как частные коммерческие проекты могут отвечать данному признаку. Постоянство означает, что реализация ЛКП должна способствовать поглощению ПГ в течение длительного периода (однако не более 45 лет). Отсутствие утечки предполагает, что реализуемые в рамках ЛКП меры не способствуют к эмиссии ПГ в ином месте [4].

Авторами была проведена оценка возможности реализации ЛКП по лесовосстановлению в Хабаровском крае [5]. Лесовосстановление предполагается на территории лесных земель, подвергшихся пожарам. Алгоритм оценки включал определение последовательности этапов реализации ЛКП и необходимых затрат для каждого этапа и в целом проекта; расчет и сравнение объемов поглощения углекислого газа при естественном возобновлении (березой) и в рамках проекта (посадки лиственницы и кедра); расчет возможных к продаже на рынке углеродных единиц; оценку экономических эффектов для инвестора, федерального бюджета и бюджета региона, исходя из двух вариантов

цены реализации углеродных единиц (средней цены в 2023 г. на российском рынке, 1 000 руб./т CO₂, и на рынке ЕС, 5 000 руб./т CO₂).

Необходимые затраты определялись методом аналогий. Расчет объемов поглощения углерода выполнен в соответствии с принципами методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов [6]. Были учтены 4 основных пула углерода: надземная древесная биомасса, мертвая древесина, подстилка и почва. «Продажные» на рынке углеродные единицы рассчитывались, исходя из разницы между произведенным их объемом при реализации ЛКП и углеродными единицами, которые могли образоваться в результате естественного лесовозобновления на данном участке.

Расчеты выполнены на среднесрочную перспективу в 15 лет, что позволяет увидеть отдачу от реализации ЛКП для инвестора и государственного бюджета. За этот срок при выращивании лиственницы будет накоплено «продажных» единиц 140 тыс. CO₂-эквивалента, тогда как при выращивании кедра в 2,6 раза меньше. В этом случае инвестор может рассчитывать на прибыль только от продажи углеродных единиц, накапливаемых лиственницей, и при условии цены за углеродную единицу в 5 000 руб.; тогда же появляется отдача для бюджетов в виде налога на прибыль, налога на доходы физических лиц и социальных платежей. То есть сравнение выращивания в рамках ЛКП кедра и лиственницы показывает, что в среднесрочной перспективе более выгодной породой для получения коммерческого эффекта в виде продажных углеродных единиц является лиственница.

Необходимо отметить, что, как показывает пока еще немногочисленная практика, реальная отдача от ЛКП по лесовосстановлению в виде стабильного поглощения CO₂ начинается после 15 лет и рассчитана на 50–80 лет и более. Кедровые леса способны поглощать большие объемы углерода в долгосрочной перспективе, поэтому выращивание кедра в рамках ЛКП можно рассматривать как создание общественного блага.

Кроме того, авторы отдают себе отчет, что приводимый проект по лесовосстановлению с использованием лишь одной – двух древесных пород приведет к образованию монокультурных лесов, что отрицательно скажется на выполняемых лесом экосистемных функциях. Такая практика возможна, если происходит выращивание древесины в лесопромышленных целях. Более сбалансированный сценарий предполагает использование смешанных многовидовых насаждений при лесовосстановлении [3].

На наш взгляд, в условиях реализации в стране стратегии низкоуглеродного развития экономики, лесоклиматические проекты могут стать перспективной реальностью для дальневосточных регионов как нового вида экономической деятельности – низкоуглеродного сектора.

Список источников

1. Определяемый на национальном уровне вклад Российской Федерации (в рамках реализации Парижского соглашения от 12.12.2015) // United Nations Climate Changes. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC_RF_ru.pdf (дата обращения: 10.05.2024).
2. Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. : распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402894476/> (дата обращения: 12.04.2024).
3. Птичников А. В., Шварц Е. А. Современная климатическая повестка: какие изменения актуальны в лесном хозяйстве России? // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 242. С. 129–142.
4. Коротков В. Н. Лесные климатические проекты в России: ограничения и возможности // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2022. Т. 7. № 4. С. 39–46.
5. Антонова Н. Е., Дзюба Н. А. Лесоклиматические проекты как новый приоритет стратегического развития лесного комплекса региона // Регионалистика. 2024. Т. 11. № 1. С. 5–23.
6. Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов : распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.06.2017 № 20-р // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71612096/> (дата обращения: 12.04.2024).

References

1. The contribution of the Russian Federation determined at the national level (within the framework of the implementation of the Paris Agreement of 12.12.2015). *Unfccc.int* Retrieved from https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC_RF_ru.pdf (Accessed 10 May 2024) (in Russ.).
2. The strategy of socio-economic development of the Russian Federation with low greenhouse gas emissions until 2050: Decree of the Government of the Russian Federation dated 10/29/2021 No. 3052-r. *Garant.ru* Retrieved from <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402894476/> (Accessed 12 April 2024) (in Russ.).
3. Ptichnikov A. V., Shvarts E. A. Modern Climate Agenda: What changes are relevant in Russian forestry? *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, 2023;242:129–142 (in Russ.).
4. Korotkov V. N. Forest climate projects in Russia: limitations and opportunities. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 2022;7;4:39–46 (in Russ.).
5. Antonova N. E., Dzyuba N. A. Forest Climate Projects as a new priority for the strategic development of the region's forest complex. *Regionalistika*, 2024;11;1: 5–35 (in Russ.).
6. Methodological guidelines for the quantitative determination of the volume of greenhouse gas uptake: Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated 06/30/2017 No. 20-r. *Garant.ru* Retrieved from <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71612096/> (Accessed 12 April 2024) (in Russ.).

© Антонова Н. Е., Дзюба Н. А., 2024

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

Научная статья

УДК 630.271:630.18(571.14)

EDN KKUNPK

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-150-155>

**Оценка состояния дендрологической коллекции
особо охраняемой природной территории
«Дендрологический парк» (г. Новосибирск)**

Оксана Валерьевна Паркина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ольга Евгеньевна Якубенко², кандидат сельскохозяйственных наук
Раиса Алексеевна Третьякова³, аспирант

^{1, 2, 3} Новосибирский государственный аграрный университет

Новосибирская область, Новосибирск, Россия

¹ Parkinaoksana@yandex.ru, ² o.e.yakubenko@yandex.ru,

³ rtretyakova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена характеристика дендрологической коллекции памятника природы регионального значения «Дендрологический парк» на территории г. Новосибирска. Выявлена таксономическая принадлежность коллекционных древесных растений. Проведена оценка жизнеспособности и перспективности видов для формирования устойчивого растительного сообщества городской среды.

Ключевые слова: интродукция, дендрологическая коллекция, жизненная форма, ареал распространения, Новосибирск

Для цитирования: Паркина О. В., Якубенко О. Е., Третьякова Р. А. Оценка состояния дендрологической коллекции особо охраняемой природной территории «Дендрологический парк» (г. Новосибирск) // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 150–155.

Original article

**Assessment of the state of the dendrological collection
of the specially protected natural area "Dendrological Park" (Novosibirsk)**

Oksana V. Parkina¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Olga E. Yakubenko², Candidate of Agricultural Sciences

Raisa A. Tretyakova³, Postgraduate Student

^{1, 2, 3} Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

¹ Parkinaoksana@yandex.ru, ² o.e.yakubenko@yandex.ru,

³ rtretyakova@yandex.ru

Abstract. The article considers the characteristics of the arboretum collection of the monument of nature of regional importance "Dendrological Park" in the territory of Novosibirsk. The taxonomic affiliation of collectible woody plants has been revealed. An assessment of the viability and prospects of species for the formation of a sustainable plant community of the urban environment has been carried out.

Keywords: introduction, dendrological collection, life form, distribution area, Novosibirsk

For citation: Parkina O. V., Yakubenko O. E., Tretyakova R. A. Assessment of the state of the dendrological collection of the specially protected natural area "Dendrological Park" (Novosibirsk). Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 150–155), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Озеленение и благоустройство городской среды характеризуются постепенным вытеснением и деградацией видового разнообразия природной среды [1]. Создание рекреационных зон в структуре крупных городов является актуальной, социальной, градостроительной и экологической задачей [2, 3].

При проведении оценки биологического разнообразия растительности региона важной составляющей является сохранение природных объектов на территории городов [4].

Особо охраняемая природная территория «Дендрологический парк» относится к категории защитных лесов и является природным объектом, имеющим особо ценное значение, с особым правовым режимом использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов. Постановлением Правительства Новосибирской области от 21.08.2014 № 336-П объекту был присвоен статус особо охраняемой природной территории регионального значения – памятника природы областного значения «Дендрологический парк».

На участке произрастают коренные сосновые леса и коллекция древесных растений. В 1946 г. была заложена основная часть Центрального Сибирского ботанического сада Сибирского отделения РАН, а в 1964 г. после перевода

данного ботанического сада в Советский район г. Новосибирска, дендрарий оставили на изначальном месте.

Ассортимент дендрологической коллекции включает экземпляры из различных ботанико-географических зон, регионов, зарубежья [5]. При закладке использовали систематический принцип размещения древесных пород. Современное состояние территории определяет необходимость обследования и изучения биологического разнообразия древесных и кустарниковых видов для формирования устойчивого растительного сообщества городской среды.

Методика исследований. В ходе проведения исследовательской работы использованы методы натурального обследования [6]. В отношении таксономической принадлежности учитывали морфологические признаки [7].

Оценка жизненного состояния коллекционных древесных растений проведена с учетом методики В. А. Алексеева [8]: 1 балл – сухостойное дерево; 2 балла – усыхающее дерево; 3 балла – сильно ослабленное (поврежденное); 4 балла – ослабленное (поврежденное); 5 баллов – здоровое дерево.

Результаты исследований. В результате натуральных исследований установлено, что наибольшее число видов относятся к семействам Розоцветные, Кленовые, Березовые, Сосновые, Жимолостные, Ивовые; 5 видов принадлежит к семейству Бобовые; 7 семейств представлено одним видом. На территории присутствуют виды, не произрастающие на территории сибирского региона, а также вид, занесенный в Красную книгу Новосибирской области – липа сердцевидная. На территории дендрария выявлено более 100 видов растений разных жизненных форм (рис. 1).

Количество древесных и кустарниковых видов сократилось более чем в три раза, число ботанических родов уменьшилось на 36.

По результатам оценки состояния установлено, что клен Гиннала, вяз лопастной, липа сибирская характеризуются усыхающими деревьями, имеющими сниженную плотность кроны и усыханием ветвей кроны (около 73 %).

У липы сердцевидной листья повреждены минирующими насекомыми (более 40 %). У вяза лопастного отмечаются признаки многократных обмерзаний (по состоянию – 2 балла).

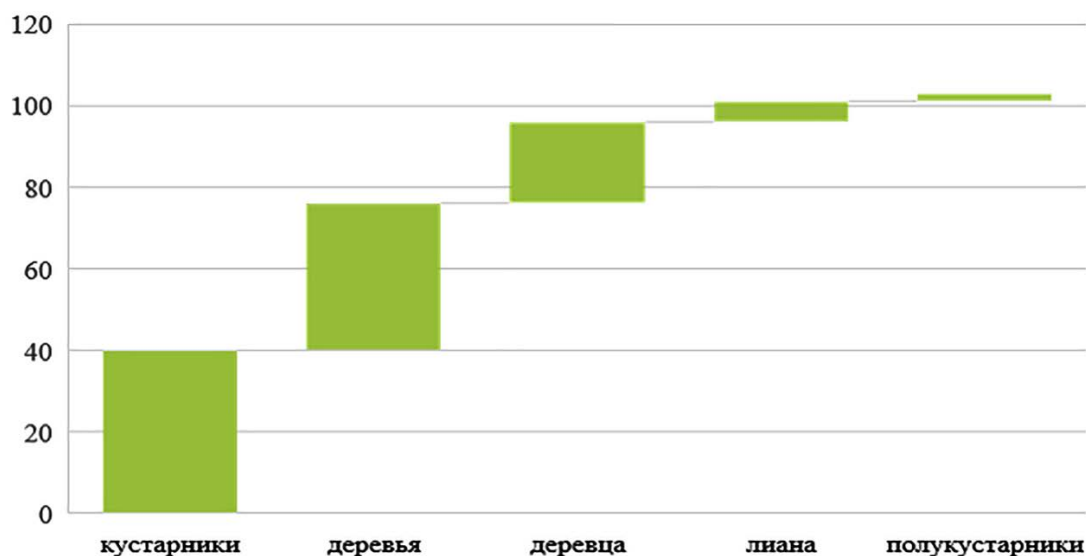


Рисунок 1 – Жизненные формы дендрологической коллекции

Необходимость проведения санитарной обрезки отмечается у видов: ива Ледебуря, ясень пенсильванский, орех маньчжурский, клен татарский, вяз японский, вяз, береза повислая, береза даурская, ель европейская, ель колючая, бархат амурский, дуб черешчатый. Деревья сильно ослабленные, отмечается наличие суховершинности (вяз японский). Изреживание кроны достигает около 40 %; сухие и усыхающие ветви в кроне составляют по отдельным видам до 60 % (береза даурская, бархат амурский). Состояние оценивается в 3 балла.

Ель сибирская, сосна кедровая сибирская, сосна обыкновенная, пихта сибирская, клен ясенелистный, клен зеленокорый, клен бородатый, клен колосистый, клен мелколистный, вяз гладкий, ива белая, тополь душистый, тополь черный, тополь белый – характеризуются как поврежденные. Отмечается изреживание скелетной части кроны. В верхней части кроны отмечается наличие усыхающих ветвей – около 20 %. Балл состояния – 4.

По устойчивости древесные растения исследуемого объекта относятся к

среднему классу. На некоторых участках отмечаются насаждения с замедленным ростом и рыхлым строением кроны у части деревьев.

Степень изменений лесной среды под воздействием рекреационного использования определяется фазами рекреационной дигрессии. По состоянию дендрария отмечается умеренно-нарушенный биогеоценоз – изменения лесной среды средней степени (III стадия дигрессии).

Заключение. *На территории дендропарка требуется проведение ряда дополнительных рекреационно-ландшафтных мероприятий для оценки жизнеспособности и перспективности видов. Результаты инвентаризационных и исследовательских работ способствуют актуализации данных по ассортименту древесно-кустарниковой растительности для формирования устойчивого растительного сообщества городской среды.*

Список источников

1. Ерохин Г. П., Чиндяева Л. Н. Оценка современного состояния и архитектурно-планировочная концепция развития дендрологического парка в Новосибирске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 1. С. 92–105.
2. Kendal D. J., Zeeman B. J., Ikin K., Lunt I. D., McDonnell M. J., Farrar A. [et al]. The importance of small urban reserves for plant conservation // Biological Conservation. 2017. Vol. 213. P. 146–153.
3. McDonnell M. J., Kendal D. The ecology of urban forests // Routledge Handbook of Forest Ecology. New York : Routledge, 2018. P. 623–633.
4. Емельянова О. Ю., Цой М. Ф., Павленкова Г. А. Генетическая коллекция дендрария ВНИИ селекции плодовых культур как центр сохранения растительного биоразнообразия // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2017. Т. 4. № 1–2. С. 41–44.
5. Скворцова А. В., Екатеринчева З. Г. Рекомендации по использованию интродуцентов в лесном хозяйстве и озеленении. Новосибирск : НТО лесной промышленности и лесного хозяйства, 1981. 95 с.
6. Базилевич А. М. Географические и градостроительные методы ландшафтно-рекреационных исследований // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII междунар. ландшафтной конф. Воронеж : Истоки, 2018. С. 169–171.

7. Встовская Т. Н., Коропачинский И. Ю. Определитель местных и экзотических древесных растений Сибири. Новосибирск : ГЕО, 2003. 702 с.
8. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

References

1. Erokhin G. P., Chindyaeva L. N. Assessment of the current state and architectural and planning concept of the dendrological park development in Novosibirsk. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, 2022;24;1:92–105 (in Russ.).
2. Kendal D. J., Zeeman B. J., Ikin K., Lunt I. D., McDonnell M. J., Farrar A. [et al]. The importance of small urban reserves for plant conservation. *Biological Conservation*, 2017;213:146–153.
3. McDonnell M. J., Kendal D. The ecology of urban forests. In.: *Routledge Handbook of Forest Ecology*, New York, Routledge, 2018. P. 623–633.
4. Emelyanova O. Yu., Tsoi M. F., Pavlenkova G. A. The genetic collection of the Arboretum of the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding as a center for the conservation of plant biodiversity. *Selektsiya i sortorazvedenie sado-vykh kul'tur*, 2017;4;1–2:41–44 (in Russ.).
5. Skvortsova A. V., Ekaterincheva Z. G. *Recommendations on the use of introducers in forestry and landscaping*, Novosibirsk, NTO lesnoi promyshlennosti i lesnogo khozyaistva, 1981, 95 p. (in Russ.).
6. Bazilevich A. M. Geographical and urban planning methods of landscape and recreational research. Proceedings from Modern landscape-ecological state and problems of optimization of the natural environment of the regions: *XIII Mezhdunarodnaya landshaftnaya konferentsiya*. (PP. 169–171), Voronezh, Istoki, 2018 (in Russ.).
7. Vstovskaya T. N., Koropachinsky I. Yu. *Definitely of local and exotic woody plants of Siberia*, Novosibirsk, GEO, 2003, 702 p. (in Russ.).
8. Alekseev V. A. Diagnostics of the vital state of trees and stands. *Lesovedenie*, 1989;4:51–57 (in Russ.).

© Паркина О. В., Якубенко О. Е., Третьякова Р. А., 2024

Статья поступила в редакцию 15.05.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 15.05.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

Научная статья

УДК 639.1.03(571.61)

EDN ZQONLE

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-156-163>

**Динамика численности соболя
(*Martes zibellina* L.) на территории Амурской области**

Татьяна Валериевна Федоренко¹, кандидат ветеринарных наук, доцент
Роман Анатольевич Чикачев², кандидат биологических наук
Елена Михайловна Гайдукова³, кандидат сельскохозяйственных наук
^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ fedorenko-tatyana@yandex.ru, ² chicachev1980@mail.ru,

³ gajdukovaelena83@mail.ru

Аннотация. В статье приведен анализ динамики численности соболя на территории Амурской области с 2014 по 2023 годы. Определены факторы, влияющие на численность пушных зверей. Представлена плотность соболя по районам Амурской области.

Ключевые слова: соболь, численность, динамика, плотность

Для цитирования: Федоренко Т. В., Чикачев Р. А., Гайдукова Е. М. Динамика численности соболя (*Martes zibellina* L.) на территории Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 156–163.

Original article

**The dynamics of the number of sable
(*Martes zibellina* L.) in the Amur region**

Tatyana V. Fedorenko¹, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Roman A. Chikachev², Candidate of Biological Sciences

Elena M. Gaidukova³, Candidate of Agricultural Sciences

^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ fedorenko-tatyana@yandex.ru, ² chicachev1980@mail.ru,

³ gajdukovaelena83@mail.ru

Abstract. The article provides an analysis of the dynamics of the sable population in the Amur region from 2014 to 2023. The factors influencing the number of fur-bearing animals have been determined. The density of sable in the districts of

the Amur region is presented.

Keywords: sable, number, dynamics, density

For citation: Fedorenko T. V., Chikachev R. A., Gaidukova E. M. The dynamics of the number of sable (*Martes zibellina* L.) in the Amur region. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 156–163), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Соболь – уникальный вид нашей отечественной фауны охотничьих животных. Ценный мех соболя, который пользуется очень высоким спросом как на внутреннем, так и на внешнем рынке, и обладает высокой стоимостью, является причиной широкой эксплуатации этого вида [1].

Ареал соболя занимает очень большую территорию России, поэтому из-за климатических и биологических особенностей районов его распространения мех соболя отличается по своим характеристикам [2, 3].

В силу востребованности пушнины соболя на международном и, в меньшей степени внутреннем рынке, ее стоимость почти всегда была высока. Поэтому состояние запасов соболя и во второй половине XIX века, и на протяжении почти всего XX века было объектом особого внимания. Важным оно является и сейчас. Согласно данным государственного мониторинга, численность соболя в период 2005–2007 гг. на территории России имела тенденцию небольшого роста, ежегодный прирост составлял порядка 12–13 %. С 2007–2009 гг. динамика численности характеризовалась стабильностью на высоком уровне порядка 1,4–1,5 млн. особей.

До 2010 г. данные по численности представляли собой показатели, рассчитанные на предпромысловый период (IV квартал текущего года (численность по зимним маршрутным учетам с учетом среднегодового прироста)). Начиная с 2010 г., в связи с изменением нормативной базы, расчет показателей численности соболя стал производиться на послепромысловый период, то есть только по данным зимних маршрутных учетов на I квартал текущего года.

Следовательно, расчетные показатели численности до и после 2010 г. несопоставимы. Послепромысловая численность соболя в 2010–2015 гг. составила 1,2–1,35 млн. особей [4].

Численность соболя в 2021 г. достигла уровня 1 605,2 тыс. особей. По сравнению с 2020 г. данный показатель увеличился на 3,8 % (59,2 тыс. особей). Основные промысловые запасы вида находятся в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, где в 2021 г. насчитывалось 718,9 и 803,6 тыс. особей соответственно. Наибольшая численность зарегистрирована в Красноярском крае – 358,1 тыс.; Республике Саха (Якутия) – 261,4 тыс.; Иркутской области – 223,6 тыс. и Хабаровском крае – 208,3 тыс. особей. В этих субъектах совокупный запас ресурса составляет порядка 65,5 % от общей численности соболя. На протяжении последних лет численность соболя в целом по России относительно стабильна и находится на уровне 1 400–1 600 тыс. особей [5].

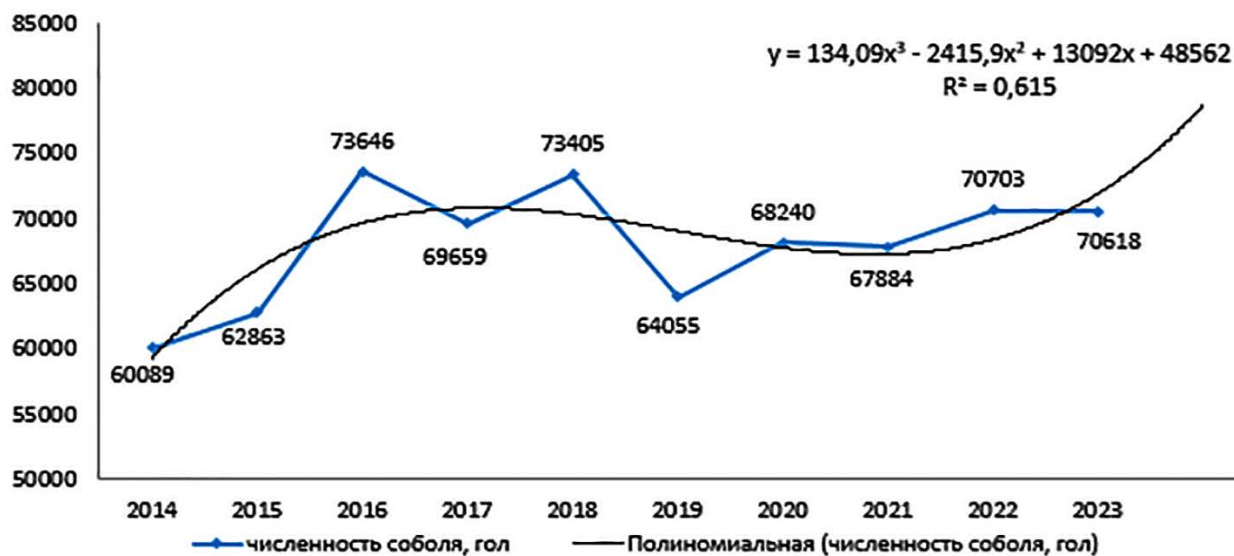
В отношении соболя сложилась уникальная ситуация. В настоящее время, благодаря пробелам в действующем законодательстве, вся добываемая пушнина соболя, без относительно того, добыта она в рамках лимита и по разрешениям, или без разрешений, то есть фактически незаконно, поступает в легальный оборот. Большая часть поступивших в оборот соболиных шкурок реализуется на Международном пушном аукционе (г. Санкт-Петербург). Сравнение объемов продаж шкурок соболя на пушном аукционе с лимитом на его добычу выявляет огромное несоответствие. Начиная с 2000 г., количество проданных шкурок заметно превышает количество разрешенных к добыче соболей. Эта разница увеличивается год от года, и в 2013 г. превышение продаж над лимитом составило 193 %. Разница между объемом продажи и объемом официальной добычи (процент освоения лимита) оказалась еще больше, достигнув 323 %. Объем продаж в количестве почти 700 тысяч шкурок, с учетом оборота пушнины соболя на внутреннем рынке и вывоза помимо аукциона, позволяет оценить общее промысловое изъятие соболя из природы в объеме

не менее 850 тысяч особей. Факт устойчивого превышения объемов продаж над лимитом и официальной добычей на протяжении более чем 15 лет свидетельствует о том, что данные государственного мониторинга популяции соболя, в том числе методика учета и расчета численности, не отражают истинного состояния популяции. Уровень и динамика добычи в течение последних 10 лет позволяют говорить о численности популяции 2,5 миллиона особей, как минимум. Такая оценка в два раза превышает данные, полученные в ходе государственного мониторинга [6, 7].

Соболь населяет практически все пригодные для него уголья, имеющиеся в Амурской области. В южной части лучшими являются елово-кедровые леса, в которых плотность населения достигает 16–18 особей, а средняя редко опускается ниже 4–6 особей на 1 000 га. В северной и центральной части ареала хищник предпочитает лиственничники травянисто-кустарничковые, с брусничкой и кедровым стлаником. Плотность его населения в этих типах превышает таковую в елово-пихтовой тайге. Не избегает он и мшисто-багульниковые лиственничники, а также мари с редкостойным древостоем, но плотность его населения здесь 2–3 и 0,5–2 особи на 1 000 га соответственно. В чистых сосняках обычно более 2 соболей на такую же площадь не встречается, на старых же гарях и по зарастающим лесосекам соболя вдвое больше. Здесь чаще встречаются массивы плодоносящих голубичников и брусничников, на которых при урожаях ягод могут создаваться и высокие концентрации соболя.

На территории Амурской области ежегодно проводится учет данных видов охотничьих ресурсов. Численность соболя представлена на рисунке 1. Численность вида в 2023 г. осталась на прежнем уровне и по материалам зимнего маршрутного учета составила 70 618 особей (против 70 703 особи в прошедшем сезоне). Небольшой рост численности отмечен практически по всему ареалу. Ярво выраженных миграций отмечено не было, за исключением не-

больших локальных перемещений. В начале охотничьего сезона зверек не реагировал на пахучие приманки, что затрудняло его добычу.



построено по данным Управления по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Амурской области

Рисунок 1 – Динамика численности соболя на территории Амурской области за 2013–2023 гг.

Полученное уравнение полиномиального тренда третьего порядка свидетельствует о ежегодном устойчивом увеличении численности соболя, при этом закономерность развития сохранится в 2024 г. Предполагаемый объем (лимит) изъятия охотничьего ресурса соболя составит 23 191 особь.

Важным показателем в положительной динамике численности вида в охотничьих угодьях Амурской области является его плотность. Данные по плотности вида при распределении по административным районам области более наглядно указывают на состояние популяции региона, так как при этом можно более детально определить наиболее уязвимые места охотничьих территорий, максимально используемые при эксплуатации ресурса соболя. В то же время можно выделить участки с высокой плотностью вида, что косвенно указывает на возможности увеличения охотничьей нагрузки. Согласно расчета, наибольшая плотность вида на данный момент отмечается в Архаринском, Зейском, Мазановском, Ромненском, Селемджинском, Сковородинском

и Тындинском районах (рис. 2).

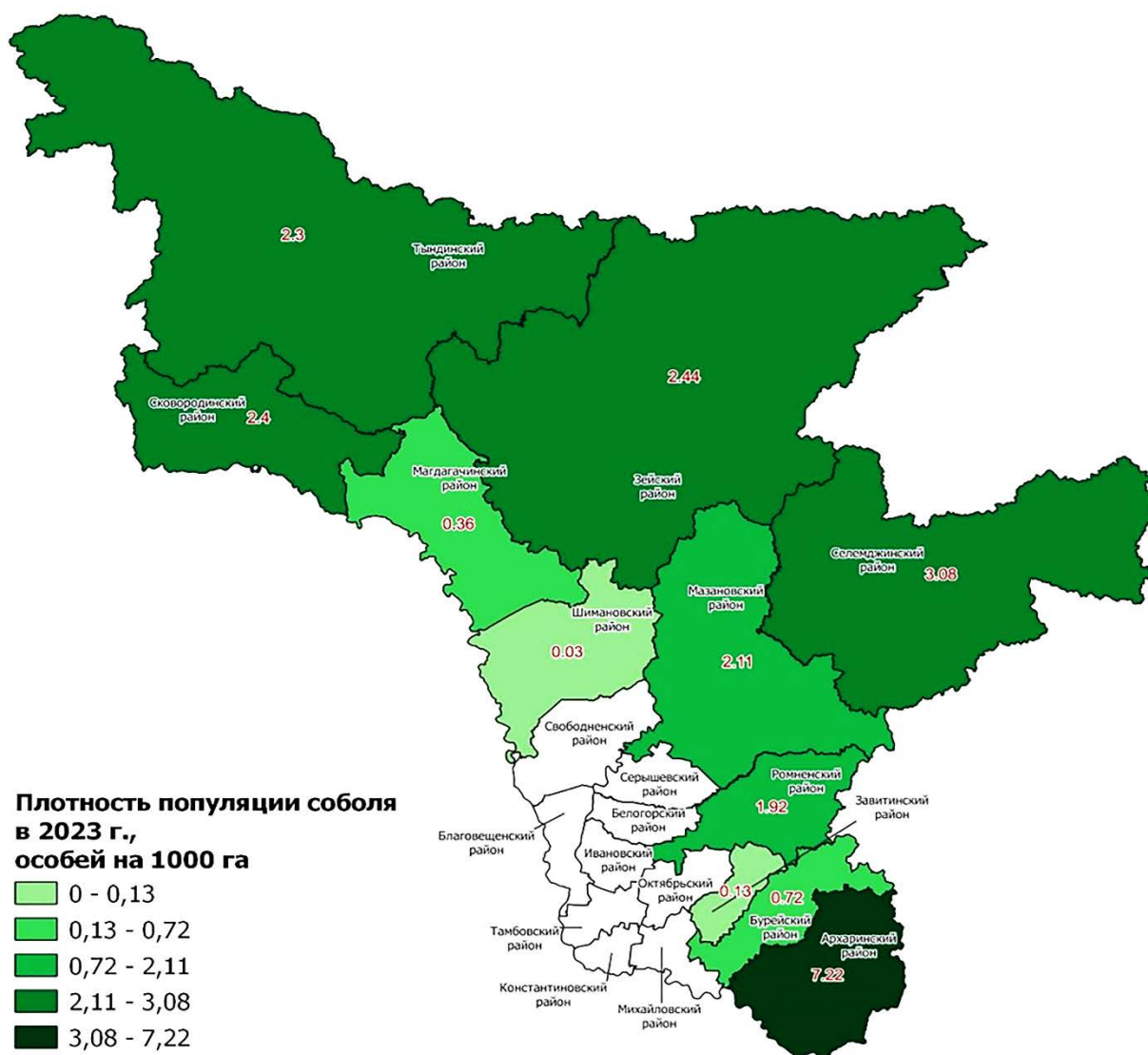


Рисунок 2 – Плотность соболя в Амурской области

Для Амурской области, по данным Ю. М. Дунишенко (2000), средняя плотность соболя в свойственных для него угодьях составляет 2,13–2,33 особи на тысячу гектар, что говорит о рациональном использовании ресурса на исследуемой территории. Такие угодья являются свойственными местами обитания соболя, относящимися к горно-равнинному Селемджинско-Бурейскому округу лиственных лесов таежной подобласти светлохвойных лесов Евразийской таежной области. Ежегодный лимит добычи составляет 35 % от общей численности вида, что является довольно высоким показателем, исходя

из того, что максимальное использование вида по его биологическим показателям прироста популяции установлено на уровне 40 % [7].

Обитающий с меньшей плотностью зверек в Бурейском, Завитинском, Магдагачинском, Шимановском районах при формировании типологической основы свойственных для вида мест обитания, исключая из общей площади охотничьих угодий района несвойственные для него территории (болота, сельскохозяйственные угодья, внутренние водоемы), также увеличивает плотность вида. Отсутствие соболя в Белогорском, Благовещенском, Ивановском, Константиновском, Михайловском, Октябрьском, Свободненском, Серышевском, Тамбовском районах объясняется высоким антропогенным воздействием на данные территории, а также несвойственными для обитания зверька типами угодий, что подтверждается его естественной границей ареала.

Стабильная численность соболя на территории охотничьих угодий Амурской области и ее положительная динамика позволяют утверждать, что в настоящее время популяция соболя способна компенсировать действие многих неблагоприятных факторов, а интенсивность промысла говорит о рациональном использовании данного охотничьего ресурса. Воздействие намечаемой деятельности по изъятию объектов животного мира (охоты) на популяцию соболя Амурской области на предстоящий период будет допустимым, что в совокупности с многолетним мониторингом указывает на правильную стратегию в поддержании охотничьего хозяйства.

Список источников

1. Дунишенко Ю. М., Даренский А. А. Соболями тропами: основы успешного промысла. Благовещенск : Приамурские ведомости, 2007. 192 с.
2. Соколов Г. А. Научные проблемы использования популяций соболя // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. 2012. № 1.
3. Зырянов А. Н. К рациональному использованию соболя в Средней Сибири // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. 2012. № 1.

4. Обзор состояния популяций основных видов пушных зверей на территории Российской Федерации (2005–2015 гг.). М. : Российский пушно-меховой союз, 2016. 104 с.

5. Управление по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Амурской области : [сайт]. URL: <https://amurohota.amurobl.ru/> (дата обращения: 04.03.2024).

6. Сенчик А. В., Стрельцов В. В., Степанов Н. В. Экология и хозяйственное использование соболя (*Martes zibellina*) в Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2007. № 1. С. 136–139.

7. Дунищенко Ю. М. Ловцам охотничьей удачи: методическое руководство по учету диких животных и ведению охотничьего хозяйства. Хабаровск : Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства, 2000. 192 с.

References

1. Dunishenko Yu. M., Darenskiy A. A. *Sable trails: the basics of successful fishing*, Blagoveshchensk, Priamurskie vedomosti, 2007, 192 p. (in Russ.).

2. Sokolov G. A. Scientific problems of using sable populations. *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva*, 2012;1 (in Russ.).

3. Zyryanov A. N. Towards the rational use of sable in Central Siberia. *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva*, 2012;1 (in Russ.).

4. *Overview of the population status of the main fur-bearing animal species in the territory of the Russian Federation (2005-2015)*, Moscow, Rossiiskii pushno-mekhovoii soyuz, 2016, 104 p. (in Russ.).

5. Department for the Protection, Control and Regulation of the Use of Wildlife and their Habitat of the Amur region. *Amurohota.amurobl.ru* Retrieved from <https://amurohota.amurobl.ru/> (Accessed 04 March 2024) (in Russ.).

6. Senchik A. V., Streltsov V. V., Stepanov N. V. Ecology and economic use of sable (*Martes zibellina*) in the Amur region. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2007;1:136–139 (in Russ.).

7. Dunishenko Yu. M. *Hunters of hunting luck: a methodological guide to accounting for wild animals and hunting management*, Khabarovsk, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut okhotnich'ego khozyaistva i zverovodstva, 2000, 192 p. (in Russ.).

© Федоренко Т. В., Чикачев Р. А., Гайдукова Е. М., 2024

Статья поступила в редакцию 15.05.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 15.05.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 543.31

EDN ZLRQKM

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-164-168>

**Современный химический состав воды озер, расположенных
на территории Муравьевского парка устойчивого природопользования**

Ольга Викторовна Чагарова¹, кандидат химических наук

Антонина Павловна Пакусина², доктор химических наук, профессор

Ольга Александровна Косицына³, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Михаил Евгеньевич Гольц⁴, студент

Андрей Алексеевич Черпак⁵, студент

Евгений Вячеславович Лисицын⁶, директор

^{1, 3, 4, 5} Благовещенский государственный педагогический университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

² Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

⁶ Парк устойчивого природопользования и экопросвещения Муравьевский

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ olga_chagarova.bgpu@mail.ru, ² pakusina.a@yandex.ru

Аннотация. Проведен химический анализ воды озер, расположенных на территории Муравьевского парка устойчивого природопользования. Определены следующие показатели: катионный и анионный состав, растворенный кислород, биологическое потребление кислорода, водородный показатель. На основе полученных результатов сделаны выводы о соответствии воды озер предельно допустимым концентрациям для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Ключевые слова: Муравьевский парк, химический состав пресных вод, катионный состав воды, анионный состав воды, предельно допустимые концентрации

Финансирование: исследования проведены в рамках гранта Благовещенского государственного педагогического университета «Обменные процессы на границе вода-донных отложений в озере Кривое Муравьевского парка устойчивого природопользования».

Для цитирования: Чагарова О. В., Пакусина А. П., Косицына О. А., Гольц М. Е., Черпак А. А., Лисицын Е. В. Современный химический состав воды озер, расположенных на территории Муравьевского парка устойчивого природопользования // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 164–168.

Original article

The modern chemical composition of the water of lakes located on the territory of the Muravyevsky Park of Sustainable Nature Management

Olga V. Chagarova¹, Candidate of Chemical Sciences

Antonina P. Pakusina², Doctor of Chemical Sciences, Professor

Olga A. Kositsyna³, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Mikhail E. Golts⁴, Student

Andrey A. Cherpak⁵, Student

Evgeny V. Lisitsyn⁶, Director

^{1, 3, 4, 5} Blagoveshchensk State Pedagogical University

Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

⁶ Muravyevsky Park of Sustainable Nature Management and Environmental Education, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ olga_chagarova.bgpu@mail.ru, ² pakusina.a@yandex.ru

Abstract. A chemical analysis of the water of lakes located on the territory of the Muravyevsky Park of Sustainable Nature Management was carried out. The following indicators were determined: cationic and anionic composition, dissolved oxygen, biological oxygen consumption, hydrogen index. Based on the results obtained, conclusions are drawn about the compliance of lake water with the maximum permissible concentrations for fisheries reservoirs.

Keywords: Muravyevsky Park, chemical composition of fresh waters, cationic composition of water, anionic composition of water, maximum permissible concentrations

Funding: the research was carried out within the framework of a grant from the Blagoveshchensk State Pedagogical University "Metabolic processes at the boundary of water-bottom sediments in Lake Krivoe of the Muravyevsky Park of Sustainable Nature Management".

For citation: Chagarova O. V., Pakusina A. P., Kositsyna O. A., Golts M. E., Cherpak A. A., Lisitsyn E. V. The modern chemical composition of the water of lakes located on the territory of the Muravyevsky Park of Sustainable Nature Management. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 164–168), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Парк устойчивого природопользования и экопросвещения Муравьевский был создан в 1994 г. на территории Тамбовского района Амурской области.

Территория Муравьевского парка представляет собой влажную пойму реки Амур, где преобладают осоковые и тростниковые болота.

Методика и объекты исследований. Объектами изучения стали пойменные озера Кривое и Капустиха, расположенные на территории парка. Озера являются кормовой базой для обитателей парка, включая краснокнижных видов птиц. Изучение физико-химических свойств воды озер поможет понять прямое и косвенное воздействие на размножение, выживаемость, рост, поведение и распределение организмов всех трофических уровней пищевой цепи [1].

Авторами статьи были проведены полевые и лабораторные исследования в первой декаде мая 2024 г. после установления положительных среднесуточных температур. Гидробиологические пробы отбирали пробоотборником и обрабатывали по общепринятым методикам (ГОСТ Р 59024–2020 «Вода. Общие требования к отбору проб»).

Физико-химические показатели природных вод были определены в комплексной эколого-химической лаборатории Благовещенского государственного педагогического университета согласно следующим методикам:

катионный состав по ПНД Ф 14.1:2:4.167–2000 (методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-205»);

анионный состав по ПНД Ф 14.1:2:3:4.282–18 (методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-205»);

водородный показатель по руководящему документу РД 52.24.495–2017;

растворенный кислород по руководящему документу РД 52.24.419–2019;

БПК₅ согласно ГОСТ Р 58556–2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций».

Результаты исследований. Воды исследуемых озер характеризуются преимущественно слабощелочными и щелочными условиями геохимической

среды (рН 7,30–8,01). Обнаружено, что озера относятся к хлоридно-сульфатному типу минерализации. В водах сапропелевых озер обнаружен широкий спектр катионов и анионов, количество которых значительно варьирует.

Среди минеральных форм азота значительно преобладает аммонийный азот (1,667–3,449), содержание которого существенно выше нормы и составляет примерно 3,2–6,8 ПДК. Концентрация нитрат-ионов колеблется в пределах от 0,3155 до 140,1 мг/дм³ в озере Капустиха; при этом в озере Кривом нитрат-ионы не были обнаружены. В пробе № 1 озера Капустиха обнаружено значительное превышение содержания ионов фтора (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав озер в весенний период

Показатели	ПДК	Объекты и номера проб				
		озеро Капустиха			озеро Кривое	
		1	2	3	1	2
Cl ⁻	300,0	1,584	1,642	1,031	6,395	6,163
NO ₂ ⁻	0,080	3,369	3,045	2,778	1,617	1,776
SO ₄ ²⁻	100,0	0,6521	0,2376	0	0	0,4392
NO ₃ ⁻	40,0	140,1	0,7106	0,3155	0	0
F ⁻	0,05	23,18	0	0	0	0
NH ₄ ⁺	0,5	1,667	1,933	1,689	3,014	3,449
Na ⁺	120,0	10,98	11,04	9,534	17,11	18,08
Mg ²⁺	40,0	3,760	3,936	3,285	5,351	5,726
Ca ²⁺	180,0	21,09	22,14	20,21	22,58	23,52
рН	–	7,35	7,30	7,44	8,01	7,78
Растворенный кислород	6	11,336	16,194	14,619	12,182	15,78
БПК ₅	2,1	2,836	2,51	2,489	1,96	2,14

Примечание: ПДК приведен для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Повышенное содержание анионов в точке отбора № 1 свидетельствует о повышении процессов эвтрофикации водоема.

Содержание растворенного кислорода в изучаемых озерах соответствует значениям ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения, БПК₅ для озера Капустиха – выше нормы [2].

Заключение. 1. Химические параметры озера Капустиха не соответствуют показателям, предъявляемым к водам рыбохозяйственного назначения. При этом ПДК превышен по следующим показателям: нитрит-, нитрат-, фторид ионы, а также ион аммония, что может свидетельствовать об активных процессах зарастания озера.

2. Повышение значения биологического потребления кислорода в водах озера Капустиха является признаком загрязнения водоема.

3. Озеро Кривое содержит повышенное содержание нитрит-ионов и ионов аммония, что может быть связано с внесением на соседнее поле органических удобрений и недостатком кислорода в зимний период.

Список источников

1. Горлов П. И., Мацюра А. В. Предлетное скопление японского (*Grus japonensis*), даурского (*G. vipio*) и черного (*G. monacha*) журавлей в 1992 г. на территории Муравьевского парка устойчивого природопользования // *Biosystems Diversity*. 2017. № 2. С. 132–140.

2. Велдре И. А., Раннамяэ Р. Р. Соотношение показателей БПК₅ и БПК₇ при оценке загрязненности природных вод // *Гигиена и санитария*. 1989. № 4.

References

1. Gorlov P. I., Matsyura A. V. Pre-flight accumulation of *Grus japonensis*, *Grus vipio* and *Grus monacha* in 1992 on the territory of the Muravyevsky Park of Sustainable Nature Management. *Biosystems Diversity*, 2017;2:132–140 (in Russ.).

2. Veldre I. A., Rannamae R. R. The ratio of indicators of biological oxygen consumption in the assessment of pollution of natural waters. *Gigiena i sanitariya*, 1989;4 (in Russ.).

© Чагарова О. В., Пакушина А. П., Косицына О. А., Гольц М. Е., Черпак А. А., Лисицын Е. В., 2024

Статья поступила в редакцию 30.05.2024; одобрена после рецензирования 14.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 30.05.2024; approved after reviewing 14.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

Научная статья

УДК 639.1.053(571.61)

EDN YGTFGM

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-169-174>

**Особенности водно-болотных угодий государственного
природного заказника «Березовский» Амурской области**

Роман Анатольевич Чикачев¹, кандидат биологических наук, доцент
Дмитрий Витальевич Худолеев², заместитель начальника отдела особо
охраняемых природных территорий

¹ Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

² Дирекция по охране и использованию животного мира и особо охраняемых
природных территорий, Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ chicachev1980@mail.ru

Аннотация. В статье приведены данные по исследованию типологии водно-болотных угодий государственного природного заказника «Березовский». Высокая обводненность территории создает благоприятные кормовые и защитно-гнездовые условия многим видам не только околоводных животных. Это позволяет характеризовать данную территорию как территорию с самобытной флорой, богатой фауной и особенностями рельефа. В условиях высокой антропогенной нагрузки территория заказника позволяет иметь зону покоя для животных. Она идеально подходит для мест гнездования краснокнижных видов птиц – дальневосточного аиста, черного и даурского журавлей.

Ключевые слова: типология угодий, зоологический заказник, водоплавающие птицы, околоводные животные, типы зарастания водоемов, водно-болотные угодья

Для цитирования: Чикачев Р. А., Худолеев Д. В. Особенности водно-болотных угодий государственного природного заказника «Березовский» Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 169–174.

Original article

**Features of wetlands of the Berezovsky
State Nature Reserve of the Amur region**

Roman A. Chikachev¹, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Dmitry V. Khudoleev², Deputy Head of the Department of Specially Protected

Natural Areas

¹ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Directorate for the Protection and Use of Wildlife and Specially Protected Natural Areas, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ chicachev1980@mail.ru

Abstract. The article presents data on the study of the typology of wetlands of the Berezovsky State Nature Reserve. The high water content of the territory creates favorable feeding and protective nesting conditions for many species of not only near-water animals. This makes it possible to characterize this territory as an area with distinctive flora, rich fauna and relief features. In conditions of high anthropogenic load, the territory of the reserve allows for a resting area for animals. It is ideal for nesting sites of Red Book bird species – the Far Eastern stork, Black and Daurian cranes.

Keywords: land typology, zoological reserve, waterfowl, near-water animals, types of overgrowth of reservoirs, wetlands

For citation: Chikachev R. A., Khudoleev D. V. Features of wetlands of the Berezovsky State Nature Reserve of the Amur region. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 169–174), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Государственный природный заказник «Березовский» расположен в зоне аллювиальной равнины. Он представляет собой пойменные ландшафты Зейско-Буреинской равнины в нижнем течении реки Зeya, относящейся к долине Амура на террасе первого уровня.

Видовой состав позвоночных животных рассматриваемой территории богат и насчитывает 289 видов, что составляет 60 % от фауны Амурской области, в том числе рыб – 31 вид (44,3 %), амфибий – 6 видов (85,7 %), рептилий – 5 видов (50,0 %), птиц – 202 вида (64,7 %), млекопитающих – 36 видов (52,2 % фауны Амурской области).

В Березовском природном заказнике водно-болотные угодья (реки, озера, болота) представлены двумя ключами общей протяженностью 19,41 км, в том числе Ключ – 7,78 км; Березовский ключ – 11,63 км. На территории заказника расположено 52 озера общей площадью 181,1 га (табл. 1) [1].

Таблица 1 – Основные крупные озера, расположенные на территории государственного природного заказника «Березовский»

Название озера	Площадь, га
Большое песчаное	32,9
Самарка	17,6
Орехово	1,39
Размыв	3,93
Дорошева	1,26
Зеленое	1,98
Генеральское	2,31
Карьер	2,47
Хоменкино	0,86
Березовское песчаное	4,54
Березовский залив	8,36
Малое песчаное	6,30
Первое камышовое	3,05
Второе камышовое	2,43
Исаевское	7,20
Большое	13,61
Моховое	3,85
Запор	2,30
Трехозерка	2,84
Покалова	11,38
Арапово	5,84
Кривое	1,39
Свинячье	1,04
Крюкова	1,51
Казёнка	4,65
Мочилище	3,91
Дюльдино	12,05
Длинное	2,38
Поддубки	3,10
Ключи	4,03
Горелое	0,63

Водно-болотные угодья относятся к одним из важных ландшафтов, позволяющим диким животным комфортно обитать на данной территории, а также поддерживать биоразнообразие.

На территории заказника все водоемы эвтрофные, пресные. Они характеризуются хорошей прогреваемостью, со слабо выраженной границей между

береговыми и глубинными участками, развитой водной растительностью, богатым содержанием органических веществ в иловых отложениях.

По характеристике зарастания водно-болотных угодий в государственном природном заказнике «Березовский» преобладают следующие типы и группы зарастания [2, 3]:

1. Прибрежно-зональное зарастание. Включает один тип зарастания – прибрежно-зональный, который характеризуется тем, что прибрежная и водная растительность располагаются четко отграниченными зонами, сменяющими друг друга в определенной последовательности.

2. Бордюрный тип зарастания. Отличается тем, что заросли тростника, камыша и других растений располагаются полосой в прибрежье. Со стороны берега бордюры примыкают к поясу осок, а со стороны озера граничат с открытым плесом. Ширина и протяженность бордюра, составленного обычно из какого-либо одного вида растений, в значительной степени варьируют. Примером такого зарастания являются озера Мочилище и Дюльдино.

3. Прибрежно-сплавинный тип, при котором сплавина одним внешним краем непосредственно примыкает к берегу, а другой (внутренний) край ограничен открытым зеркалом воды. Ширина сплавин сильно колеблется, что нередко зависит от возраста и темпа зарастания водоема (озеро Свинячье).

4. Внутриозерно-сплавинный тип, при котором сплавины располагаются внутри озера обособленными друг от друга островками. Между сплавиной находятся плесы или заросли водных растений.

Наличие сплавин значительно увеличивает пригодность водоема для обитания ондатры и водоплавающей дичи. Свободно лежащие на поверхности воды сплавины, а также хатки и гнезда на них, не подвержены затоплению в период паводков. Сплавины препятствуют глубокому промерзанию водоема, особенно если на них имеются заросли высокостебельных растений (рогоз,

тростник и т. д.), задерживающих снег. Чрезмерное развитие сплавин отрицательно влияет на качество водоемов, так как при этом сокращается площадь водного зеркала и тем самым полезная площадь водоема. Примером такого зарастания являются озера Поддубки и Арапово.

5. Смешанное зарастание. Наиболее распространенный тип зарастания водоемов. Характеризуется тем, что встречаются элементы не одного, а нескольких типов зарастания. Однако правильной зональности, в отличие от прибрежно-зонального типа зарастания, в размещении группировок прибрежных и водных растений не наблюдается. В зависимости от структуры и режима водоема могут встречаться элементы сплавинного и коврового, бордюрного и других типов зарастания. Водоемы со смешанным зарастанием, в зависимости от преобладания того или иного типа, могут различаться по кормовым и особенно защитно-гнездовым условиям.

Высокая обводненность территории создает благоприятные кормовые и защитно-гнездовые условия многим видам не только околводных животных, что позволяет характеризовать данную территорию как территорию с самобытной флорой, богатой фауной и особенностями рельефа. Позволяющая в условиях высокой антропогенной нагрузки (сельское хозяйство) иметь зону покоя для животных, территория имеет огромное значение для сохранения природных комплексов Приамурья.

Согласно учетных данных, представленных в таблице 2, численность околводных птиц стабильна, а по некоторым видам увеличивается.

Данная территория идеально подходит для мест гнездования дальневосточного аиста. По состоянию на 2023 г. в заказнике насчитывается 58 гнезд аиста, из них на данный момент 47 жилых. Пять гнезд сооружено на корзинах, 8 птицы построили самостоятельно на деревьях, 34 гнезда птицы построили на треногах. Насчитывается 18 особей журавля даурского и 6 особей черного журавля.

Таблица 2 – Изменение численности птиц за период 2019–2023 гг.

Вид птиц	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Дальневосточный аист	30	34	37	44	47
Гуси	–	187	48	60	120
Кряква	–	130	160	176	156
Чирки	–	80	20	50	88
Нырки	–	3	7	1	–
Поганки	–	2	–	2	1
Бакланы	–	5	–	6	5
Кулики	–	9	–	–	9

Список источников

1. Государственный природный заказник «Березовский» // Дирекция по охране и использованию животного мира и особо охраняемых природных территорий. URL: <http://amuroopt.ru/oopt/zakazniki/berezovskiy/> (дата обращения: 20.03.2024).

2. Козлов В. М. Типология охотничьих угодий с основами охотустройства : учебное пособие. СПб. : Лань, 2015. 256 с.

3. Водные кормовые и защитные растения в охотничьих промысловых хозяйствах / под ред. Н. Я. Кац. М. : Заготиздат, 1952.

References

1. Berezovsky State Nature Reserve. *Amuroopt.ru* Retrieved from <http://amuroopt.ru/oopt/zakazniki/berezovskiy/> (Accessed 20 March 2024) (in Russ.).

2. Kozlov V. M. *Typology of hunting grounds with the basics of hunting management: textbook*, Saint-Petersburg, Lan', 2015, 256 p. (in Russ.).

3. Katz N. Ya. (Eds.). *Aquatic forage and protective plants in hunting commercial farms*, Moscow, Zagotizdat, 1952 (in Russ.).

© Чикачев Р. А., Худолеев Д. В., 2024

Статья поступила в редакцию 15.05.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 15.05.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

黑龙江平山自然保护区不同演替阶段植物群落物种多样性研究

杜鹏飞

黑河市林业科学院

摘要：黑龙江平山自然保护区地处小兴安岭西北坡，主要保护对象为原生性沼泽湿地生态系统及其相依存的珍稀野生动植物资源。该保护区毗邻大兴安岭林区，为大、小兴安岭交错过渡地带，也是小兴安岭西北坡至今保存最完整、面积较大的湿地之一，具有极高的保护价值。该研究是对黑龙江平山自然保护区不同演替阶段植物群落物种多样性进行研究，调查不同森林群落的物种组成，研究不同演替阶段的多样性变化趋势，掌握其中的规律性，为保护区的恢复实施、保护利用、合理开发提供科学依据，实现保护区内自然和生物资源的可持续发展。

监测：特别保护区，珍稀物种，植物，动物，生态系统，小庆安，屏山自然保护区

УДК 502.1

EDN YKPIDG

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-175-182>

**Исследование видового разнообразия растительных сообществ
на разных стадиях сукцессии в природном заповеднике
Пиншань, провинции Хэйлунцзян**

Ду Пэнфэй

Академия лесных наук города Хэйхэ, провинция Хэйлунцзян, Хэйхэ, Китай

Аннотация. Природный заповедник Пиншань расположен на северо-западном склоне горы Малый Хинган провинции Хэйлунцзян. Основными объектами охраны являются естественная экосистема болот и редкие ресурсы диких животных и растений заповедника. Изучено видовое разнообразие растительных и лесных сообществ на разных стадиях сукцессии в природном заповеднике Пиншань. Рассмотрены тенденции изменения разнообразия на разных стадиях сукцессии. Выявлены закономерности и обеспечена научная основа для восстановления и развития охраняемых природных территорий, сохране-

ния редких и исчезающих видов, использования экосистем с целью достижения устойчивого развития природных и биологических ресурсов на охраняемых территориях.

Ключевые слова: особо охраняемые территории, редкие виды, растения, животные, экосистемы, Малый Хинган, заповедник Пиншань

Study of the species diversity of plant communities at different stages of succession in Pingshan Nature Reserve, Heilongjiang Province

Du Pengfei

Heihe Forest Science Academy, Heilongjiang Province, Heihe, China

Abstract. Pingshan Nature Reserve is located on the northwestern slope of Malyi Khingan Mountain in Heilongjiang Province. The main objects of protection are the natural ecosystem of swamps and rare resources of wild animals and plants of the reserve. The species diversity of plant and forest communities at different stages of succession in the Pingshan Nature Reserve has been studied. The trends of diversity change at different stages of succession are considered. Patterns have been identified and a scientific basis has been provided for the restoration and introduction of protected natural areas, the conservation of rare and endangered species, the use of ecosystems in order to achieve sustainable development of natural and biological resources in protected areas.

Keywords: specially protected areas, rare species, plants, animals, ecosystems, Malyi Khingan, Pingshan Nature Reserve

1 研究地概况

本试验地位于在黑龙江省平山省级自然保护区，属低山沟谷区，地势自西北向东南逐渐降低，海拔高度一般在 350~450 米之间。地处中高纬度，属温带大陆性季风气候，年平均气温 -1.7°C ，年降水量 400~600 mm，全年日照时数大约为 2569 小时，保护区土壤为主要有暗棕壤和沼泽土。

2 研究方法

2.1 调查方法

2017 年，在黑龙江省平山省级自然保护区选取环境条件(如坡度、坡向、郁闭度等)相似的阔叶混交林(K)、落叶松针阔混交林(L)、红松阔叶林(H) 3 种森林群落类型，分别设置面积为 $40\times 100\text{ m}$ 永久固定观测样地各 4

块，合计样地 12 块。各样地内按乔木层(20×20 m)、灌木层(5×5 m)、草本层(1×1 m)划分，乔木层设置 10 个小样方，灌木层和草本层分别在位于乔木层小样方 4 个角及中间位置设置 5 个小样方，调查并记录样地详细信息，包括：经纬度、土壤类型、土层厚度、坡位、坡向、海拔度等。乔木层是对胸径 ≥5 cm 的树木每木检尺，测定树高、胸径、冠幅、枝下高等；灌木层记录物种名、高度、地径等；草本层记录物种名、数量、盖度、频度等因子。

2.2 分析方法

(1) α 多样性测度

α 多样性测度采用 Gleason 丰富度指数、采用 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Pielou 均匀度指数。

(2) β 多样性测度

β 多样性测度采用相似性系数 Jaccard 指数和 Sorenson 指数、相异性系数 Whittaker 指数。

3 结果分析

3.1 群落物种组成和特征

3.1.1 阔叶混交林物种组成和特征

在阔叶混交林调查样地中，共包括 33 科 48 属 57 种。其中，乔木层树种 10 种，物种数量较多的前 2 种树种为蒙古栎 (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.)、椴树 (*Tilia tuan* Szyszyl.)，优势树种为蒙古栎；灌木层树种 5 种，物种数量较多的前 2 种树种为毛榛子 (*Corylus mandshurica* Maxim.)、绣线菊 (*Spiraea Salicifolia* L.)，优势树种为毛榛子；草本层物种 42 种，物种数量较多的前 2 种植物为羊胡子苔草 (*Carex callitrichos* V. Krecz)、红花鹿蹄草 (*Pyrola incarnata* Fisch. ex DC.)，优势草本为羊胡子苔草。

3.1.2 落叶松针阔混交林物种组成和特征

在落叶松针阔混交林调查样地中，共包括 39 科 62 属 75 种。其中，乔木

层树种 14 种，物种数量较多的前 2 种树种为落叶松 (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.)、白桦 (*Betula platyphylla* Suk.)，优势树种为落叶松；灌木层树种 7 种，物种数量较多的前 2 种树种为毛榛子 (*Corylus mandshurica* Maxim.)、绣线菊 (*Spiraea Salicifolia* L.)，优势树种为毛榛子；草本层物种 42 种，物种数量较多的前 2 种植物为羊胡子苔草 (*Carex callitrichos* V. Krecz)、宽叶苔草 (*Carex siderosticta* Hance)，优势草本为羊胡子苔草。

3.1.3 红松阔叶林物种组成和特征

在红松阔叶林调查样地中，共包括 35 科 51 属 58 种。其中，乔木层树种 11 种，物种数量较多的前 2 种树种为红皮云杉 (*Picea koraiensis* Nakai)、白桦，优势树种为红皮云杉；灌木层树种 9 种，物种数量较多的前 3 种树种为毛榛子、茶藨子 (*Ribes nigrum* L.)、绣线菊，优势树种为毛榛子；草本层物种 38 种，物种数量较多的前 2 种植物为羊胡子苔草、宽叶苔草，优势草本为羊胡子苔草。

3.2 群落物种重要值分析

伴随着群落演替的不断变化，在不同演替的群落中，各个层次不同物种的地位和重要值都发生着相应变化。从表 4 中可以看出，3 种不同植物群落类型的草本层相对重要值在前 3 的物种中都包含羊胡子苔草，但是从阔叶混交林---落叶松针阔混交林---红松阔叶林演替变化过程中，羊胡子苔草的相对重要值在逐渐降低，宽叶苔草的相对重要值在逐渐增高，从单一的建群种，增加为多个建群种。在灌木层，毛榛子的相对重要值一直是居于首位，但是在从阔叶混交林---落叶松针阔混交林---红松阔叶林演替过程中重要值在呈下降趋势。在乔木层，不同植物群落各有主要优势树种，在阔叶混交林中，主要优势树种是蒙古栎；在落叶松针阔混交林中，主要优势树种是落叶松；在红松阔叶林中，主要优势树种是红皮云杉，其次还有红松 (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)、白桦。

表1 不同演替阶段植物群落物种相对重要值

阶段	草本层		灌木层		乔木层	
	种名	重要值	种名	重要值	种名	重要值
阔叶混交林	羊胡子苔草	71.9736	毛榛子	77.6819	蒙古栎	34.7432
	铃兰	6.2144	刺玫果	7.8370	椴树	19.0039
	红花鹿蹄草	3.3521	兴安杜鹃	6.7184	白桦	12.3568
落叶松针阔混交林	羊胡子苔草	57.7896	毛榛子	46.7161	落叶松	41.6506
	宽叶苔草	9.8774	绣线菊	21.9530	白桦	28.3655
	东方草莓	4.5514	珍珠梅	14.9103	云杉	25.2631
红松阔叶林	宽叶苔草	43.0995	毛榛子	49.2381	云杉	32.1129
	羊胡子苔草	27.1409	珍珠梅	25.0720	白桦	25.9584
	二叶舞鹤草	10.3283	茶藨子	14.4572	红松	14.9312

3.3 群落物种多样性分析

3.3.1 α 多样性分析. 由图1可知, Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 指数随演替的进行变化趋势一致。随演替的正向发展, 草本层的 Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 指数变化趋势均呈现上升的趋势, 但 Gleason 指数变化趋势均呈现先上升后下降的趋势, 并且 3 种演替阶段植物群落之间有显著差异 ($P < 0.05$); 灌木层的 Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 指数变化趋势均呈现先上升后下降的趋势, 唯有 Gleason 指数变化趋势均呈现上升的趋势, 这 4 种多样性指数中, Gleason 指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数都是阔叶混交林与落叶松针阔混交林、红松阔叶林有显著差异, 落叶松针阔混交林与红松阔叶林差异不显著 ($P < 0.05$), Pielou 指数是阔叶混交林与落叶松针阔混交林有显著差异, 落叶松针阔混交林与红松阔叶林、阔叶混交林与红松阔叶林之间差异不显著; 乔木层的 Gleason 指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 指数变化趋势基本一致, 均呈现先下降后上升的趋势, 落叶松针阔混交林与阔叶混交林、红松阔叶林有显著差异, 阔叶混交林与红松阔叶林差异不显著。从图 2 可知, 不同演替阶段植物群落总物种的 α 多样性指数变化趋势基本一致, 均呈现先上升后下降的趋势。

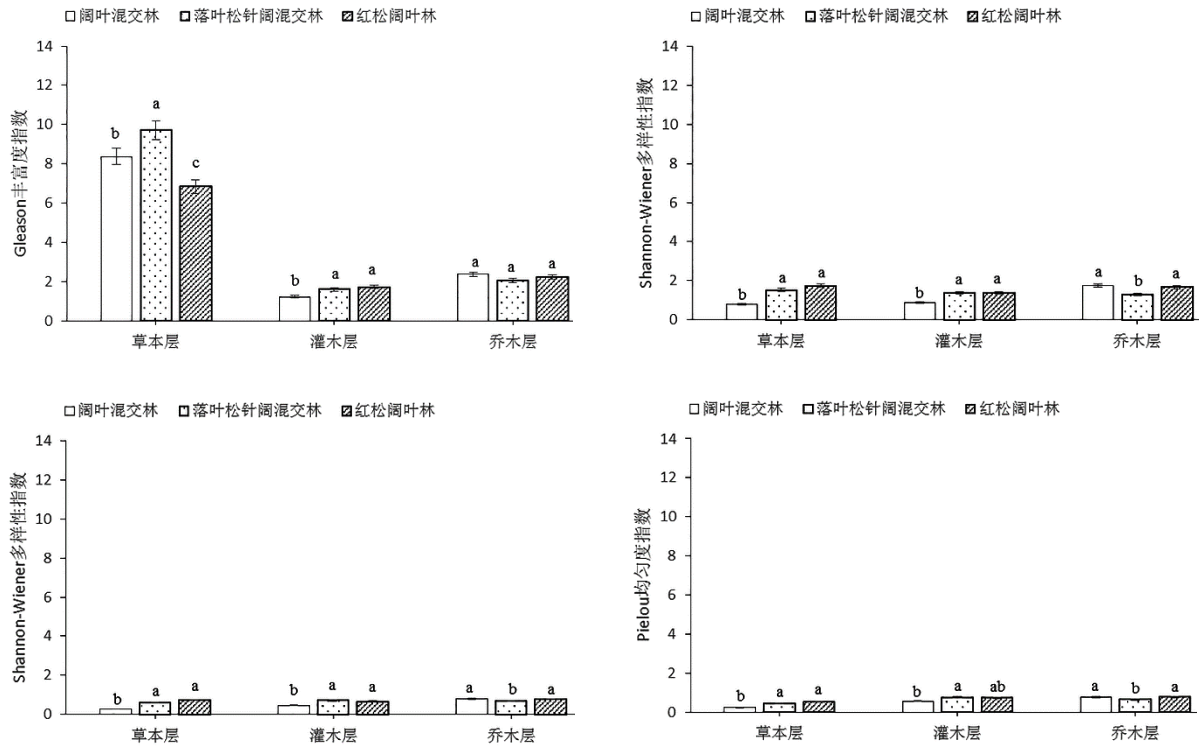


图 1 黑龙江平山自然保护区不同演替阶段植物群落 α 多样性指数

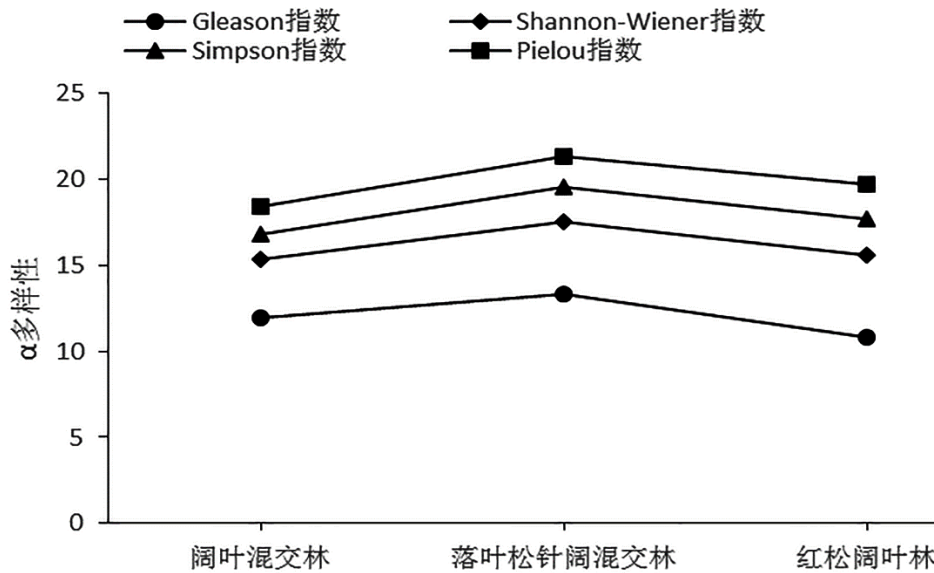


图 2 黑龙江平山自然保护区不同演替阶段植物群落总物种 α 多样性

3.3.2 β 多样性分析. 从图 3 可以看出, Jaccard 相似性指数、Sorenson 相似性指数的变化趋势基本一致, 都是呈逐渐下降的趋势, 从 Jaccard 相似性指数方面来看, 3 种森林群落之间指数范围为 $0.4 < C_j < 0.5$, 为中度相似, 从

Sorenson 相似性指数方面来看, 3 种森林群落之间指数范围为 $0.5 < C_s < 0.6$, 为中度相似, 说明 3 种森林群落之间的相似性较高, 各个群落之间的生境差异性不大, 相同物种较多。

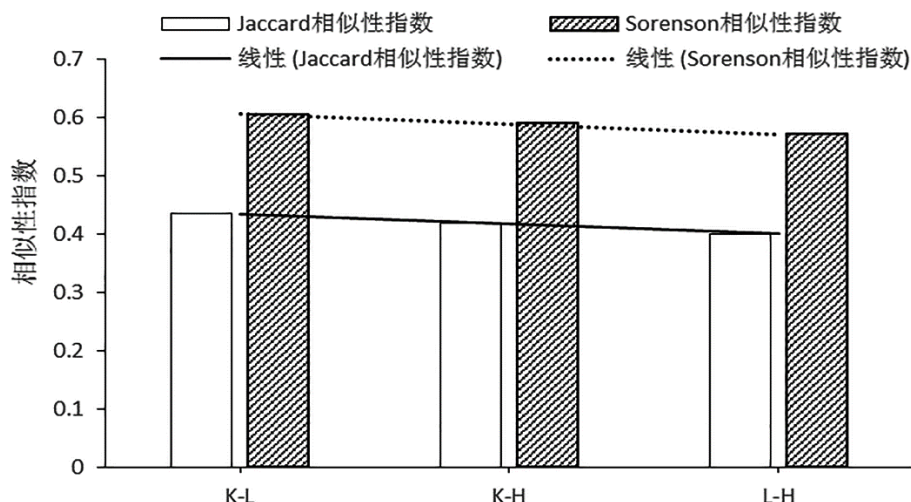


图 3 黑龙江平山自然保护区不同演替阶段植物群落间相似性指数

从图 4 可以看出, Whittaker 相异性指数呈先上升后下降的趋势, 阔叶混交林与落叶松针阔混交林之间的指数最小 (0.219), 说明两个群落之间的共有种较多, 阔叶混交林与红松阔叶林之间的指数较大 (0.429), 说明两个群落之间的共有种较少, 落叶松针阔混交林与红松阔叶林之间的指数有所降低 (0.373), 说明两个群落之间的共有种数量在减少。

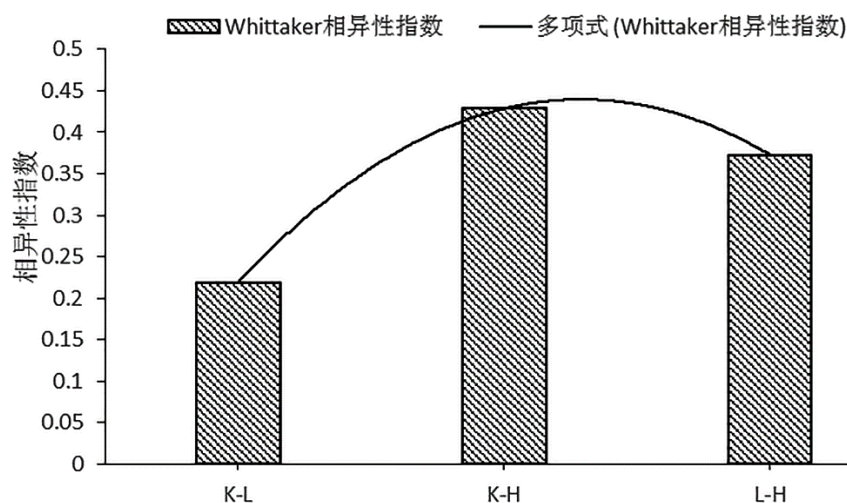


图 4 黑龙江平山自然保护区不同演替阶段植物群落间相异性指数

4 结论和讨论

在黑龙江省平山省级自然保护区对 3 种演替阶段植物群落物进行调查分析，随着演替的正向发展，3 种演替阶段植物群落物的物种种数呈现先上升后下降的趋势，与不同演替阶段植物群落总物种的 α 多样性指数变化趋势基本一致。以蒙古栎、毛榛子、羊胡子苔草为优势种，同时伴生有其他树种、灌木、草本，随着演替的进行，原有优势物种及其伴生种在群落中的优势地位逐渐下降，并伴有新的物种的进入，逐渐取代原有优势物种及其伴生种的优势，成为新的优势种和伴生种。 α 多样性指数升高，在演替过程中，原有的阔叶混交林植物群落物中的部分物种的植株数量在下降，但是还没有被新的物种取代，因此，在落叶松针阔混交林阶段物种种数最多，阔叶混交林与落叶松针阔混交林之间的相似性指数最大，相异性指数最小。红皮云杉、红松的进入，针叶树种的增加，取代了阔叶树种的优势种地位；在草本层，羊胡子苔草的优势地位逐渐降低，宽叶苔草的优势地位逐渐增高，成为优势种，完成从单一的建群种到多个建群种的演变；在灌木层，毛榛子的相对重要值一直是居于首位，但在逐渐降低。

© 杜鹏飞, 2024

**ПЛОДОВО-ЯГОДНЫЕ РАСТЕНИЯ,
ИХ ВЫРАЩИВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА**

**FRUIT AND BERRY PLANTS,
THEIR CULTIVATION AND PROCESSING**

Научная статья

УДК 664.44

EDN WQRXKH

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-184-191>

**Использование дикорастущего ягодного сырья Амурской области
в производстве плодово-ягодных кондитерских изделий**

Елена Александровна Гартованная¹, кандидат технических наук, доцент

Анна Владимировна Ермолаева², кандидат технических наук, доцент

Марина Алексеевна Токарь³, студент бакалавриата

Алина Дмитриевна Морозова⁴, студент бакалавриата

^{1, 2, 3, 4} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, lena1973blag@mail.ru

Аннотация. В статье приведены исследования химического состава дикорастущих плодов и ягод Амурской области. Ценность ягод, их технологические достоинства определяются уровнем содержания в них биологически активных веществ, таких как витаминов, прежде всего аскорбиновой кислоты, и Р-активных веществ, органических кислот. Содержание витамина С в шиповнике составляет 785 мг/100 г, а содержание антоцианов в винограде амурском 450 мг/100 г. Определены технологические показатели ягодного пюре, изготовленного из ягод винограда амурского и плодов шиповника для производства мармеладных изделий, с содержанием сухих веществ 10,8 %. Обоснована возможность получения кондитерских изделий на основе полученного ягодного полуфабриката.

Ключевые слова: дикорастущие ягоды, химический состав, ягодное пюре, мармеладные изделия

Для цитирования: Гартованная Е. А., Ермолаева А. В., Токарь М. А., Морозова А. Д. Использование дикорастущего ягодного сырья Амурской области в производстве плодово-ягодных кондитерских изделий // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 184–191.

Original article

**The use of wild berry raw materials of the Amur region
in the production of fruit and berry confectionery**

Elena A. Gartovannaya¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Anna V. Ermolaeva², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Marina A. Tokar³, Undergraduate Student

Alina D. Morozova⁴, Undergraduate Student

^{1, 2, 3, 4} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
lena1973blag@mail.ru

Abstract. The article presents studies of the chemical composition of wild fruits and berries of the Amur region. The value of berries and their technological advantages are determined by the level of biologically active substances in them, such as vitamins, primarily ascorbic acid, and P-active substances, organic acids. The content of vitamin C in rosehip is 785 mg/100 g, and the content of anthocyanins in Amur grapes is 450 mg/100 g. The technological parameters of berry puree made from Amur grape berries and rosehip fruits for the production of marmalade products with a dry matter content of 10.8% have been determined. The possibility of obtaining confectionery products based on the obtained berry semi-finished product is substantiated.

Keywords: wild berries, chemical composition, berry puree, marmalade products

For citation: Gartovannaya E. A., Ermolaeva A. V., Tokar M. A., Morozova A. D. The use of wild berry raw materials of the Amur region in the production of fruit and berry confectionery. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 184–191), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Введение. Основной из общеизвестных причин нарушения здоровья населения, вне зависимости от возраста, является недостаток потребления биологически активных веществ. Плоды и ягоды являются тем пищевым источником, в котором содержатся в большом количестве витамины и минеральные вещества. Кроме того, ягоды содержат фруктозу, которая слаще сахара в два раза, поэтому их калорийность будет ниже. Разработка рецептур формового мармелада на основе плодово-ягодного пюре может быть одним из способов решения актуальной проблемы расширения ассортимента обогащенных продуктов питания.

Считается, что прямым предшественником мармелада является греческий десерт «Пелтэ», который изготавливался из яблочного или айвового сока на

пектине. Его уваривали до густого состояния и высушивали. Аналогичная сладость с названием «Рахат-лукум» была популярна на Ближнем Востоке. В России, по мнению И. Сокольского, мармеладом называют твердый желеобразный продукт, изготовленный из фруктовых соков или отваров и сахара с добавлением желирующих веществ [1].

Перспективным направлением является использование плодово-ягодного дикорастущего сырья в свежем и переработанном виде в пищевых технологиях. Исследованиями М. Ю. Акимова, Н. А. Лесникова, В. М. Позняковского и других авторов научно-обоснована пищевая ценность дикорастущего ягодного сырья по сравнению с культурными сортами. Ягоды сушеные, порошки, экстракты, пюре и выжимки являются доступным природным сырьем и содержат большое количество минеральных веществ, витаминов, аминокислот, пектиновых веществ, клетчатки [2].

Целью исследования явилась возможность обоснования использования дикорастущих плодово-ягодных культур, произрастающих на территории Амурской области, в качестве основного сырья в производстве мармелада.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на базе лаборатории кафедры технологии переработки сельскохозяйственной продукции Дальневосточного государственного аграрного университета. Определение ряда показателей осуществлялось в аккредитованной лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии Амурской области.

Материалом для исследований послужили плоды и ягоды, произрастающие в Благовещенском районе Амурской области (сборы 2021–2023 гг.), а также опытные образцы мармелада. При выполнении работы использовались общепринятые и специальные методы исследований.

Результаты исследования и их обсуждение. Амурская область является зоной произрастания достаточно большого количества дикорастущих плодов и ягод. Часть из них широко используется населением в домашних заготовках,

другую часть используют в производстве пищевых продуктов в переработанном виде.

В результате ретроспективного анализа литературных данных по региону можно сделать вывод, что сведения о химическом составе некоторых видов ягод, произрастающих на территории Амурской области, весьма ограничены и изменчивы. Можно отметить, что в плодах и ягодах разных растений накопление компонентов зависит от климатических условий региона. Авторами для исследований выбраны плоды шиповника и ягоды винограда амурского. Химический состав некоторых видов ягод представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав 100 граммов ягод

Ягода	Сухие вещества, г	Витамины, мг		Углеводы, г			Органические кислоты, г
		С	Р	полисахариды		моно- и дисахариды	
				клетчатка	пектин		
Виноград амурский	35,77	32,70	264,30	1,79	1,24	17,53	2,00
Земляника лесная	18,56	85,95	191,00	2,30	1,35	6,78	1,32
Рябина сибирская	28,00	78,47	1 800,0	3,98	1,36	7,90	2,92
Шиповник	33,33	785,0	673,42	8,85	2,64	10,46	3,50
Яблоня Палласова	26,12	31,27	184,72	2,56	1,71	10,32	3,02

Исследование витаминного состава плодов и ягод показало наличие витамина С, наибольшее содержание которого установлено в шиповнике и составляет 785 мг/100 г. Отмечено высокое содержание биофлавоноидов (витамин Р), удовлетворяющих суточную потребность организма человека, в присутствии которого витамин С проявляет наибольшую активность. Содержание фруктозы в ягоде позволит уменьшить количество сахара, что существенно снизит калорийность изделия.

Дальнейшие исследования проводились на определение антоцианов в ягодах винограда амурского. Ценность антоцианов связана с их выраженной

антиоксидантной способностью. Кроме того, они характеризуются противовоспалительными, антимикробными, гепатопротекторными свойствами. В эпидемиологических исследованиях показано, что умеренное потребление продукции с высоким содержанием антоцианов связано со снижением риска сердечно-сосудистых заболеваний. Антоцианы в составе продуктов питания широко распространены в природе, однако ягодные культуры обладают наиболее высокими их концентрациями по сравнению с большинством других пищевых источников. При сравнительном анализе были получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ содержания антоцианов в ягодах
В миллиграммах на 100 грамм продукта

Ягода	Содержание антоцианов	Цвет
Черноплодная рябина	200–1 000	темно-фиолетовый
Красный виноград	30–750	от розового до темно-фиолетового
Черный виноград	450	сине-фиолетовый
Красная смородина	80–420	красно-синий
Черная смородина	130–400	фиолетовый
Вишня	350–400	красный
Ежевика	83–326	синий
Черника	560	синий
Черная малина	365–590	темно-синий

Содержание антоцианов в винограде зависит от энергии фотосинтеза, поэтому интенсивность освещения листьев винограда влияет на скорость образования антоцианов и появление окраски ягод. Состав антоцианов зависит от сорта винограда, места его произрастания. Содержание антоцианов в винограде составляет 450 мг/100 г, в соке винограда – около 300 мг/100 г. В качестве сравнения авторами исследовано и приведено содержание антоцианов в других видах ягод, произрастающих на территории Амурской области, наиболее часто используемых в индустрии питания (рис. 1).

В ходе изучения химического состава ягод винограда амурского было определено процентное содержание антоцианов, которое составило от 1,48 до

1,57 % к 100 г продукта. Эти вещества при использовании в составе пищевых продуктов являются не только биологически активными веществами, но и природным красителем.

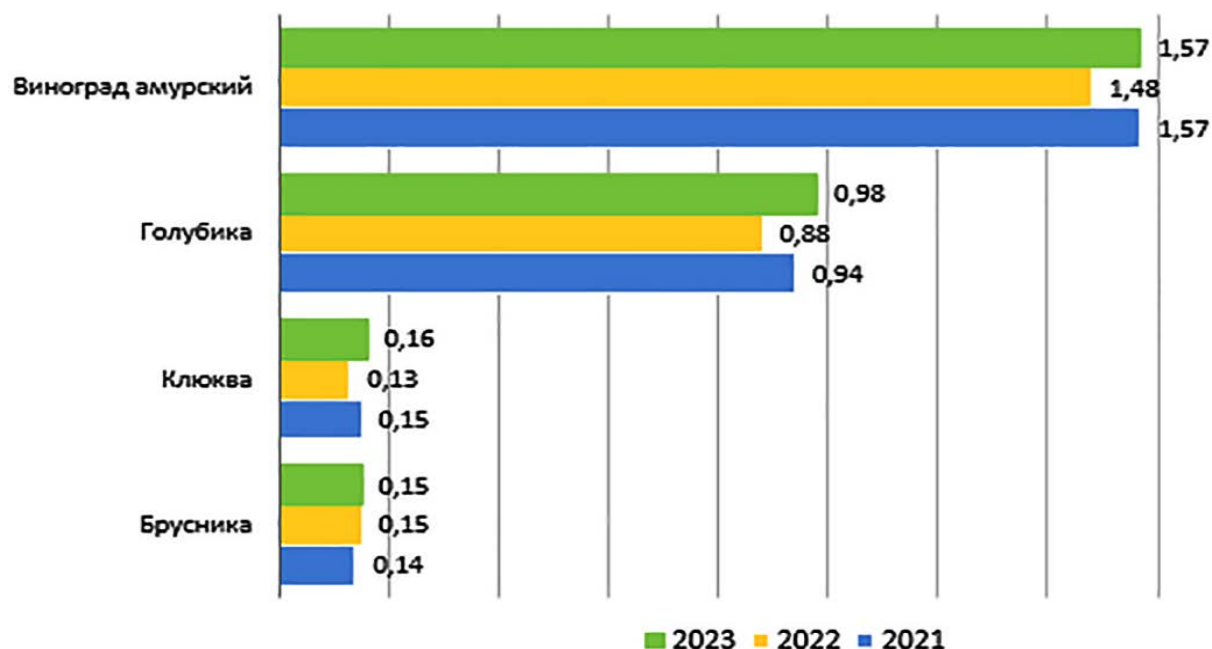


Рисунок 1 – Содержание антоцианов в свежих ягодах, %

В производстве пищевых продуктов из исследуемых плодов и ягод целесообразно использовать жмых или пюре, которые содержат много пектиновых, минеральных, фенольных, красящих веществ и органических кислот [3]. Производство ягодного пюре позволяет решить сразу несколько задач: использование и переработку некондиционной продукции, увеличение маржинальности продаж, увеличение сроков годности, уменьшение объемов потерь из-за порчи нераспроданной ягодной продукции.

Традиционная технология получения пюре включает в себя операции по подготовке сырья, получению мезги и ее обработки, а затем протираание, деаэрацию, пастеризацию. Иногда для улучшения качества пюре и предотвращения его расслаивания проводят гомогенизацию, превращающую продукт в тонкодисперсную массу с размером частиц 20–30 мкм. Для получения концентрированного пюре его дополнительно уваривают.

Авторами получено пюре из плодов шиповника и ягод винограда амурского с массовой долей сухих веществ 10,8 %. В полученное пюре вводили сахар и набухший агар-агар и уваривали при температуре 98–100 °С до массовой доли сухих веществ $68,5 \pm 2$ %. Формовали массу методом отливки, охлаждали до температуры 23–25 °С в течение 1–2 часов. Для образования структуры изделия выстаивали в течение 2–3 часов при температуре 23–25 °С. Затем извлекали из форм, обсыпали сахаром, сушили от 2 до 12 часов для получения на открытой поверхности корочки, предохраняющей изделия от намокания и придающей ему привлекательный внешний вид (рис. 2).



Рисунок 2 – Опытные образцы мармелада

Заключение. *Дикорастущие плоды и ягоды, а также продукты их переработки, в частности пюре, благодаря химическому составу могут использоваться во многих пищевых продуктах, в том числе и в производстве мармелада. Результаты исследований позволяют сделать вывод о целесообразности использования дикорастущих плодов и ягод, произрастающих в Амурской области, в качестве дополнительных источников биологически активных веществ в рецептурах мармелада.*

Список источников

1. Сокольский И. Мармеладная история // Наука и жизнь. 2013. № 10. С. 148.
2. Гартованная Е. А., Ермолаева А. В., Матвеева Т. В., Голуб В. Л. Комплексный подход к использованию дикорастущих ягод региона в пищевой промышленности // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 186.
3. Тефилова С. Н., Никитин И. А., Кондратьев Н. Б., Семенкина Н. Г. Расширение ассортимента желейного формового мармелада на основе растительного пюре // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. № 2 (76).

References

1. Sokolskiy I. Marmalade story. *Nauka i zhizn'*, 2013;10:148 (in Russ.).
2. Gartovannaya E. A., Ermolaeva A. V., Matveeva T. V., Golub V. L. An integrated approach to the use of wild berries from the region in the food industry. Proceedings from Ecological and biological well-being of flora and fauna: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 186), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2022 (in Russ.).
3. Tefikova S. N., Nikitin I. A., Kondratiev N. B., Semenkina N. G. Expanding the range of jelly molded marmalade based on plant puree. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*, 2018;2(76) (in Russ.).

© Гартованная Е. А., Ермолаева А. В., Токарь М. А., Морозова А. Д., 2024

Статья поступила в редакцию 22.05.2024; одобрена после рецензирования 05.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 22.05.2024; approved after reviewing 05.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 637

EDN SDBVTA

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-192-198>

**Использование сухого порошка из ягод *Vaccinium vitis-idaea*
в технологии изотонических напитков**

Юлия Игоревна Держапольская¹, кандидат технических наук, доцент
Екатерина Ивановна Решетник², доктор технических наук, профессор
Светлана Леонидовна Грибанова³, кандидат технических наук
^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ yule4ka_1982@mail.ru, ² soia-28@yandex.ru, ³ lsv24leon@mail.ru

Аннотация. Авторами рассмотрена возможность улучшения органолептических и функциональных характеристик спортивного изотонического напитка на основе молочной сыворотки путем добавления дополнительных ингредиентов – сухого экстракта брусники. Использование экстракта брусники в качестве вспомогательного компонента обосновано на основе анализа его химического состава и изучения физиологических свойств.

Ключевые слова: изотонический напиток, продукты переработки брусники, молочная сыворотка, органолептические характеристики, функциональные характеристики

Для цитирования: Держапольская Ю. И., Решетник Е. И., Грибанова С. Л. Использование сухого порошка из ягод *Vaccinium vitis-idaea* в технологии изотонических напитков // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 192–198.

Original article

**The use of dry powder from *Vaccinium vitis-idaea* berries
in isotonic beverage technology**

Yulia I. Derzhapolskaya¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ekaterina I. Reshetnik², Doctor of Technical Sciences, Professor
Svetlana L. Gribanova³, Candidate of Technical Sciences

^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ yule4ka_1982@mail.ru, ² soia-28@yandex.ru, ³ lsv24leon@mail.ru

Abstract. The authors considered the possibility of improving the organoleptic

and functional characteristics of a sports isotonic drink based on whey by adding additional ingredients – dry lingonberry extract. The use of lingonberry extract as an auxiliary component is justified based on the analysis of its chemical composition and the study of physiological properties.

Keywords: isotonic drink, lingonberry processing products, whey, organoleptic characteristics, functional characteristics

For citation: Derzhapolskaya Yu. I., Reshetnik E. I., Griбанова S. L. The use of dry powder from *Vaccinium vitis-idaea* berries in isotonic beverage technology. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 192–198), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

В современном обществе все большее значение приобретает пропаганда здорового образа жизни. Эта тенденция неразрывно связана с повышением осознания людьми ключевой роли здоровья, сбалансированного питания и занятий физическими упражнениями. Следовательно, современная наука о питании уделяет пристальное внимание различным важнейшим аспектам, которые играют фундаментальную роль в поддержании здоровья и общего благополучия человека.

Спортивное питание включает в себя специализированный набор питательных веществ, тщательно подобранных для удовлетворения уникальных потребностей спортсменов на протяжении тренировок, соревнований и последующего этапа восстановления. Такой индивидуальный подход к питанию является ключевым компонентом поддержания максимальной физической работоспособности, повышения эффективности тренировок и содействия восстановлению организма после интенсивных физических нагрузок.

Научно разработанные для удовлетворения индивидуальных потребностей спортсменов в гидратации, энергии и электролитном балансе специализированные спортивные напитки используют научно обоснованные принципы для улучшения усвоения жидкости, поддержания уровня энергии и регулирования концентрации электролитов, необходимых для оптимизации производительности.

Благодаря целенаправленному введению спортивных напитков в различные периоды занятий спортом, можно точно регулировать водно-электролитный баланс, ресинтез гликогена и обмен белка, тем самым способствуя устойчивой работоспособности и ускоряя динамику восстановления.

В соответствии с требованиями ГОСТ 34622–2019 «Продукция пищевая специализированная. Напитки изотонические для питания спортсменов. Общие технические условия», изотонические напитки классифицируются согласно схеме, приведенной на рисунке 1.

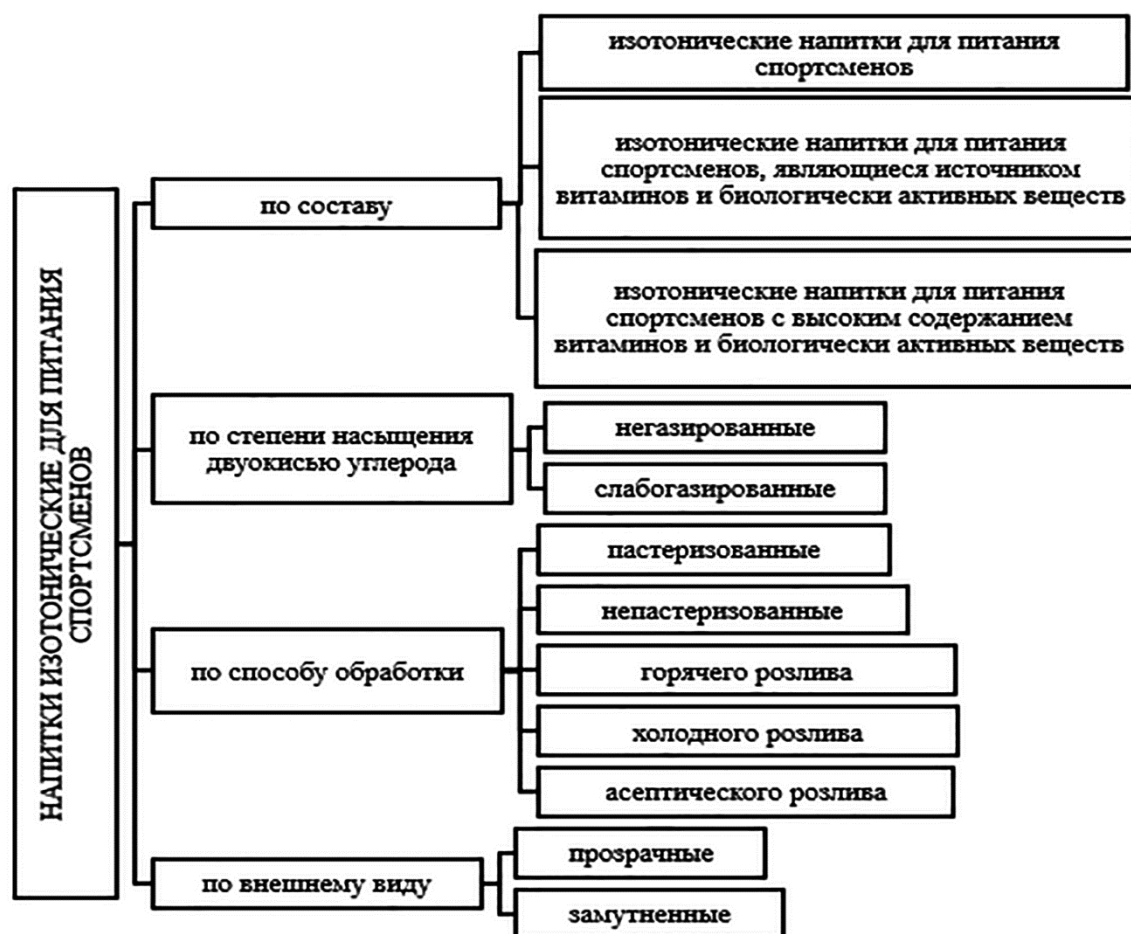


Рисунок 1 – Классификация изотонических напитков на основании требований государственного стандарта

Целью работы является разработка рецептуры изотонического напитка, обогащенного продуктами переработки брусники, для улучшения состава, усиливающего физиологическое действие готового напитка.

Результаты исследований. Использование молочной сыворотки в качестве основного компонента изотонического напитка представляет собой научно обоснованную стратегию, которая использует уникальные свойства этого источника белка для усиления гидратации, поддержки восстановления мышц и оптимизации результатов спортсменов. Добавляя сыворотку в рецептуру изотонических напитков, можно получить множество физиологических преимуществ благодаря ее уникальному составу и биологически активным компонентам. Такой напиток помогает поддерживать гидратацию организма, восполнять потери жидкости и минералов, а также ускорять процесс восстановления после интенсивных тренировок [1, 2].

Осмоляльность молочной сыворотки подвержена значительным колебаниям и находится в пределах 340–400 ммоль/кг H₂O. Это основной лимитирующий показатель, который не позволяет использовать цельную сыворотку в качестве регидрационного напитка. В связи с этим было принято решение заменить часть сыворотки в напитке водой. В случае замены воды на треть сывороткой осмоляльность смеси колеблется от 100 до 120 ммоль/кг H₂O. Такое значение показателя допускает дополнительное введение соли и углеводов [3].

Использование продуктов переработки ягодного сырья в рецептуре напитков позволит добиться улучшения химического состава продукта и обогатить его витаминами, необходимыми спортсменам [4, 5].

Изучение ягодного сырья *Vaccinium vitis-idaea* Дальневосточного региона, проведенное учеными Дальневосточного государственного аграрного университета, подтвердило, что ягоды брусники содержат высокий уровень рутина, органических кислот, витамина С и биофлавоноидов, что позволяет считать их хорошим антиоксидантом [6, 7].

Состав ягод *Vaccinium vitis-idaea* представлен (на 100 г ягод): витамин С – 139,5 мг; микроэлементы: железо – 18,61 мг; йод – 9,89 мкг; сухие вещества – 1,80 г; рутин – 410,18 мг; биофлавоноиды – 0,52 г; органические кислоты – 2,41 г;

моно- и дисахариды – 2,41 г; углеводы: клетчатка – 2,54 г; пектин – 0,92 г.

Концентрация минералов в изотонических напитках модулирует осмотическое давление жидкости, определяя направление движения жидкости через клеточные мембраны и влияя на динамику гидратации в организме. Благодаря тщательному подбору содержания минералов, изотонические напитки могут эффективно способствовать быстрому усвоению жидкости, восполнению электролитов и доставке питательных веществ в клетки, способствуя оптимальному увлажнению, поддержанию работоспособности и метаболическому балансу у спортсменов и активных людей.

Авторами работы [8] выявлено, что изотоническими свойствами облачают растворы, содержащие не менее 30 % от рекомендуемой нормы потребления фруктозы и морской соли. Осмоляльность этих растворов достигает 280–290 ммоль/кг.

При изучении влияние сухого экстракта из ягод брусники обыкновенной на показатели активной кислотности молочной сыворотки выявлено, что оптимальным для внесения в рецептуру напитков на основе сыворотки является количество 5 % к общей массе [9]. Разработанный продукт обладал следующими органолептическими показателями (табл. 1).

Таблица 1 – Органолептические показатели изотонирующих напитков с применением продуктов переработки *Vaccinium vitis-idaea*

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	однородная, жидкая, без видимого белкового осадка
Вкус	приятный, солоно-сладкий, со вкусом <i>Vaccinium vitis-idaea</i> ; с гармонией вкусов наполнителя и сыворотки; без посторонних привкусов
Запах	чистый, характерный данному продукту с ароматом ягод, без посторонних запахов
Цвет	равномерный бордово-малиновый

Заключение. В результате экспериментальных исследований разработана рецептура нового напитка, обладающего изотонирующими свойствами, изготовленного с использованием подсырной сыворотки и продуктов переработки *Vaccinium vitis-idaea*.

Список источников

1. Решетник Е. И., Грибанова С. Л., Ли Ю., Ли Ч. Рациональное использование сырья в производстве напитков для функционального питания // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : VI нац. науч.-практ. конф. Кемерово : Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. С. 346–349.
2. Liang Z., Yi M., Zhang T. Physicochemical properties and volatile profile of mung bean flour fermented by *Lacticaseibacillus casei* and *Lactococcus lactis* // Food Science and Technology. 2022. Vol. 163. P. 113565.
3. Новокшанова А. Л., Топникова Е. В., Никитюк Д. Б. Минеральная составляющая молока в составе спортивных напитков // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2018. № 44. С. 50–55.
4. Решетник Е. И., Водолагина Е. Ю., Максимюк В. А. Исследование влияния растительных компонентов на функциональные свойства сывороточно-растительного продукта // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 4 (35). С. 50–56.
5. Reshetnik E., Derzhapolskaya Yu., Gribanova S. Study of starter cultures in biotechnology of medical and preventive nutrition products // E3S Web of Conferences. Blagoveshchensk : EDP Sciences, 2020. P. 04002.
6. Воронцова Л. А., Насонова Н. В., Задачаина О. П., Блохина Л. Г. Биологически активные вещества ягод Приамурья // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. науч. тр. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. С. 51–55.
7. Воронцова Л. А., Задачаина О. П., Насонова Н. В., Пьянкова Л. Г. Химический состав ягод, произрастающих в Амурском регионе // Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2014. С. 46–50.
8. Краснова И. С., Токаев Э. С. Изотонический напиток для регидратации при высоких физических нагрузках // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 2–3 (320–321). С. 59–61.
9. Держапольская Ю. И., Хлебников Н. А., Губченко А. С. Влияние сухого экстракта из ягод брусники обыкновенной на показатели активной кислотности молочной сыворотки // Безопасность и качество товаров : материалы XVII международ. науч.-практ. конф. Саратов : Амирит, 2023. С. 63–66.

References

1. Reshetnik E. I., Griбанова S. L., Li Yu., Li Ch. Rational use of raw materials in the production of beverages for functional nutrition. Proceedings from Current scientific and technical means and agricultural problems: *VI Natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 346–349), Kemerovo, Kuzbasskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2021 (in Russ.).
2. Liang Z., Yi M., Zhang T. Physicochemical properties and volatile profile of mung bean flour fermented by *Lacticaseibacillus casei* and *Lactococcus lactis*. *Food Science and Technology*, 2022;163:113565.
3. Novokshanova A. L., Topnikova E. V., Nikityuk D. B. The mineral component of milk in sports drinks. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2018;44:50–55 (in Russ.).
4. Reshetnik E. I., Vodolagina E. Yu., Maksimyuk V. A. Investigation of the effect of plant components on the functional properties of a whey-plant product. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2014;4(35):50–56 (in Russ.).
5. Reshetnik E., Derzhapolskaya Yu., Griбанова S. Study of starter cultures in biotechnology of medical and preventive nutrition products. Proceedings from E3S Web of Conferences. (PP. 04002), Blagoveshchensk, EDP Sciences, 2020.
6. Vorontsova L. A., Nasonova N. V., Zadachina O. P., Blokhina L. G. Biologically active substances of the Amur region berries. Proceedings from *Tekhnologiya proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii*. (PP. 51–55), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2013 (in Russ.).
7. Vorontsova L. A., Zadachina O. P., Nasonova N. V., Pyankova L. G. Chemical composition of berries growing in the Amur region. Proceedings from Innovations in the food industry: education, science, production: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 46–50), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2014 (in Russ.).
8. Krasnova I. S., Tokaev E. S. Isotonic drink for rehydration under high physical exertion. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya*, 2011;2–3(320–321):59–61 (in Russ.).
9. Derzhapolskaya Yu. I., Khlebnikov N. A., Gubchenko A. S. The effect of dry extract from lingonberry berries on the active acidity of whey. Proceedings from Safety and quality of goods: *XVII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 63–66), Saratov, Amirit, 2023 (in Russ.).

© Держапольская Ю. И., Решетник Е. И., Грибанова С. Л., 2024

Статья поступила в редакцию 13.05.2024; одобрена после рецензирования 27.05.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 13.05.2024; approved after reviewing 27.05.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 664.6

EDN PMTDCE

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-199-206>

Разработка рецептуры и технологии кексов с использованием многокомпонентных порошков из ягод Дальневосточного региона

Анна Владимировна Ермолаева¹, кандидат технических наук, доцент
Елена Александровна Гартованная², кандидат технических наук, доцент
Руслан Владимирович Аверьянов³, студент магистратуры
^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ ermolaeva3919679@mail.ru, ² lena1973blag@mail.ru,

³ averyanov.ruslan2015@gmail.com

Аннотация. В статье приведены результаты исследований влияния многокомпонентного ягодного порошка из ягодного сырья Дальневосточного региона на физико-химические показатели кексов. Проведенная комплексная оценка ягодных порошков доказала целесообразность введения данной добавки в рецептуру кексов. Экспериментальным путем определена оптимальная дозировка вносимого порошка, которая составила 13 % от массы муки. На основе полученных экспериментальных данных разработана рецептура. Проведенный физико-химический анализ полученного продукта установил, что внесение ягодной добавки улучшает его физико-химические показатели.

Ключевые слова: дикорастущие ягоды, калина, брусника, черника, клюква, комплексный порошок, рецептура, кексы

Для цитирования: Ермолаева А. В., Гартованная Е. А., Аверьянов Р. В. Разработка рецептуры и технологии кексов с использованием многокомпонентных порошков из ягод Дальневосточного региона // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 199–206.

Original article

Development of the recipe and technology of cupcakes using multicomponent powders from berries of the Far Eastern region

Anna V. Ermolaeva¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Elena A. Gartovannaya², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ruslan V. Averyanov³, Master's Degree Student

^{1,2,3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ ermolaeva3919679@mail.ru, ² lena1973blag@mail.ru,

³ averyanov.ruslan2015@gmail.com

Abstract. The article presents the results of studies of the effect of multicomponent berry powder from berry raw materials of the Far Eastern region on the physico-chemical parameters of cupcakes. The comprehensive evaluation of berry powders proved the expediency of introducing this additive into the cupcake recipe. The optimal dosage of the applied powder was determined experimentally, which amounted to 13% of the flour weight. A formulation has been developed based on the experimental data obtained. The physico-chemical analysis of the resulting product found that the addition of a berry additive improves its physico-chemical parameters.

Keywords: wild berries, viburnum, lingonberries, blueberries, cranberries, complex powder, recipe, cupcakes

For citation: Ermolaeva A. V., Gartovannaya E. A., Averyanov R. V. Development of the recipe and technology of cupcakes using multicomponent powders from berries of the Far Eastern region. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 199–206), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Большинство населения России страдает из-за нарушений в питании. По данным исследований Института питания РАМН, витаминная недостаточность распространена и характеризуется дефицитом железа, йода и кальция. Повышение доли продуктов массового потребления, которые богаты витаминами и минеральными веществами, является приоритетной задачей для обеспечения продовольственной безопасности и системы здорового питания [1].

Накопление витаминов и биологически активных веществ происходит в растениях, произрастающих в суровых климатических условиях, поэтому изучение ресурсной базы растительного сырья на Дальнем Востоке и развитие пищевой промышленности на его основе очень важны.

Ягоды сушеные, ягодные порошки, различные выжимки являются природным сырьем и содержат большое количество минеральных веществ, витаминов, аминокислот, пектиновых веществ, клетчатки [2, 3].

Целью работы явилась разработка рецептуры и технологии кексов с использованием многокомпонентных порошков из ягод Дальневосточного региона.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач: провести анализ химического состава калины, брусники, черники и клюквы; изучить способ получения порошка из данных ягод; определить пищевую и энергетическую ценность порошка; разработать рецептуру кексов с добавлением ягодного порошка; провести оценку физико-химических показателей разработанного продукта.

Результаты исследований. На Дальнем Востоке растет немало видов плодовых и ягодных культур: калина, брусника, клюква, черника и т. д. В условиях Амурской области произрастает калина Саржента (*Viburnum sargentii*), являющаяся викарирующим видом калины обыкновенной, встречающейся на западе России. Калина выделяет много фитонцидов, убивающих болезнетворные организмы. В качестве сырья используются плоды калины.

Брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) – кустарник семейства брусничных (или семейства вересковых). Растет в хвойных и хвойно-мелколиственных лесах Амурской области. Холодостойка, хорошо переносит бесснежные морозные зимы, распространяется дальше к северу и выше в горах, чем черника. Брусника содержит важнейшие для жизнедеятельности человеческого организма витамины. Она является источником природным антиоксидантов. Данные свойства позволяют увеличить срок хранения готового продукта [1].

Клюква (*Oxococcus*) – таксон семейства Вересковые, которая объединяет вечнозеленые кустарнички, произрастающие в болотной местности. Клюква улучшает работу желудочно-кишечного тракта, обладает витаминными, жаропонижающими, жаждоутоляющими и бактерицидными свойствами [1].

Черника (*Vaccinium myrtillus*) – листопадный, ветвистый кустарник высотой 15–40 см с сочными черно-синими шаровидными плодами и многочислен-

ными бледно-коричневыми семенами. Она произрастает в хвойных, смешанных и березовых лесах Амурской области. Ягоды черники полезны при камнях в почках, кровотечениях, гриппе и чешуйчатой чуме [1].

Данные ягоды известны своей богатой питательной ценностью и антиоксидантными свойствами. В процессе сушки при низких температурах полезные свойства ягод сохраняются. При этом ягодный порошок удобно включить в рацион питания [1].

Авторами был разработан комплексный ягодный порошок, включающий порошок калины, брусники, черники и клюквы в равном пропорциональном соотношении. Порошок применяется как пищевая добавка, которая позволит придать цвет готовому изделию; насытить его важными для здоровья человека витаминами и минеральными веществами; использовать как ароматизатор для придания ягодного запаха. В таблице 1 представлена пищевая и энергетическая ценность комплексного ягодного порошка.

Таблица 1 – Пищевая и энергетическая ценность 100 г ягодного порошка

Наименование показателя	Содержание
Белки, г	2,7
Жиры, г	3,7
Углеводы, г	67
Энергетическая ценность, ккал	295,4
Витамин А (ретинол), мг	1,23
Витамин В ₁ (тиамин), мг	0,03
Витамин В ₂ (рибофлавин), мг	0,05
Витамин В ₄ (холин), мг	5,5
Витамин В ₉ (фолаты), мг	65,7
Витамин С (аскорбиновая кислота), мг	255,9
Витамин Е (альфа-токоферол), мг	5,6
Витамин РР, мг	2,7
Калий, мг	92,2
Кальций, мг	23,3
Кремний, мг	7,9
Магний, мг	10,7
Натрий, мг	8,8
Сера, мг	7,7

Установлено, что сухие вещества калинового, брусничного, клюквенного и черничного порошков представлены в основном углеводами (67 %). Из данных таблицы 1 следует, что по витамину С ягодный порошок превосходит соответствующие ему овощные и фруктовые порошки в несколько раз. При этом 25 г комплексного ягодного порошка позволит удовлетворить суточную потребность в витамине С. Анализ представленных свидетельствует, что порошок имеет высокую биологическую ценность.

Одним из течений расширения ассортимента мучных кондитерских изделий является производство продукции функциональной направленности. Авторами предложено внести ягодный порошок в рецептурный состав кексов. Опытным путем доказана оптимальная дозировка комплексного ягодного порошка в количестве 13 % от массы муки.

Органолептические и физико-химические показатели готовых изделий определяли через 16 часов после изготовления, при этом все показатели соответствовали нормативно-технической документации.

Технология производства кекса состоит из следующих этапов: перемешивание всех сыпучих ингредиентов (муки пшеничной, сахара, разрыхлителя, ягодного порошка, соли и ванилина); добавление молока, меланжа и растительного масла; приготовление теста; выпекание; охлаждение и хранение.

На основе проведенных исследований разработана рецептура (табл. 2) и составлена технологическая схема производства кексов с использованием комплексного ягодного порошка (рис. 1).

Выполнен анализ физико-химических показателей разработанного продукта (табл. 3). Проведенный анализ экспериментальных данных свидетельствует, что разработанный продукт по всем физико-химическим показателям не уступает контрольному образцу.

Таблица 2 – Производственная рецептура кексов с добавлением ягодного порошка

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 шт. готовых изделий, г	
		в натуре	в сухом веществе
Мука пшеничная в/с	85,50	2 034,93	1 739,86
Ягодный порошок	88,21	304,07	268,22
Сахар белый	99,85	1 755,0	1 621,00
Разрыхлитель	95,00	7,1	0,00
Меланж	27,00	1 404,0	379,1
Масло сливочное	84,00	1 754,0	1 473,40
Изюм	80,00	1 754,0	1 403,20
Ванилин	99,85	82,0	81,90
Соль	96,50	7,1	6,90
Итого	–	9 102,2	6 973,58
Выход	88,0	7 500,0	6 600,00

Примечание: влажность составляет 11,791 %.

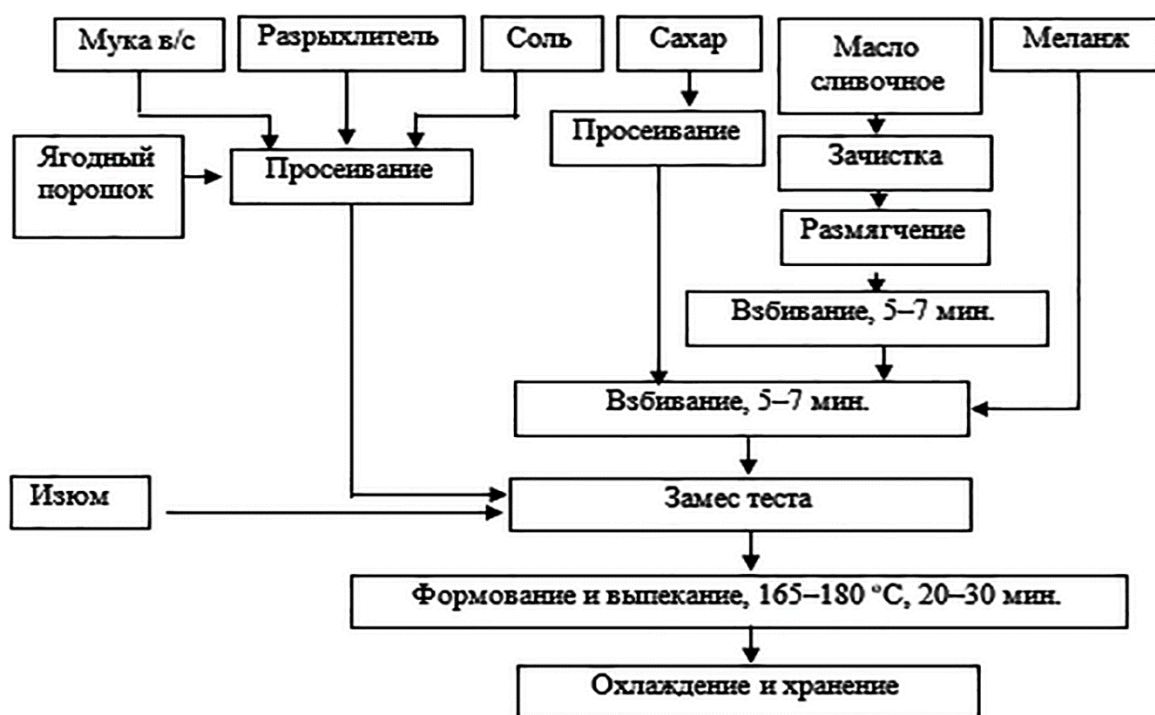


Рисунок 1 – Технологическая схема производства кексов с добавлением ягодного порошка

Таблица 3 – Физико-химические показатели разработанного кекса

Показатели	Контрольный образец	Кекс с ягодным порошком
Сухие вещества, %	87,9	88,2
Влажность, %	12,1	11,8
Массовая доля жира, г	17,2	17,3
Щелочность, град.	2,0	2,0
Удельный объем, см ³ /г	0,55	0,67

Заключение. *С целью разработки научно обоснованной рецептуры и технологии производства кексов с ягодным порошком в работе проведено исследование влияния разработанного порошка на качество готовых изделий. Установлено, что внесение ягодного порошка способствует улучшению структурно-механических и органолептических показателей изделий по сравнению с контрольным образцом.*

Список источников

1. Аверьянов Р. В. Товароведная характеристика ягод семейства Адоксовых и Вересковых Дальневосточного региона // Студенческие исследования – производству : материалы 31-й студен. науч. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. С. 208–212.

2. Ермолаева А. В., Гартованная Е. А., Матвеева Т. В., Голуб В. Л. Природный потенциал Дальнего Востока и перспективы использования ягодного сырья в пищевой промышленности // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 581–584.

3. Ермолаева А. В., Гартованная Е. А., Матвеева Т. В., Голуб В. Л. Практические аспекты использования плодово-ягодного сырья Дальневосточного региона в производстве пищевых продуктов // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы междунар. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. С. 231–237.

References

1. Averyanov R. V. Commodity characteristics of the berries of the family of Adoksovye and Vereskoye of the Far Eastern region. Proceedings from Student Research – Production: *31-ya Studencheskaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 208–212), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023 (in Russ.).

2. Ermolaeva A. V., Gartovannaya E. A., Matveeva T. V., Golub V. L. The natural potential of the Far East and prospects for the use of berry raw materials in the

food industry. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2023;12(161):581–584 (in Russ.).

3. Ermolaeva A. V., Gartovannaya E. A., Matveeva T. V., Golub V. L. Practical aspects of the use of fruit and berry raw materials of the Far Eastern region in food production. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: *Mezhdunarodnaya konferentsiya*. (PP. 231–237), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023 (in Russ.).

© Ермолаева А. В., Гартованная Е. А., Аверьянов Р. В., 2024

Статья поступила в редакцию 28.05.2024; одобрена после рецензирования 11.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 28.05.2024; approved after reviewing 11.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 634.1(571.61)

EDN PNNUOT

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-207-213>

**Перспективные плодово-ягодные культуры
для возделывания в условиях Амурской области**

Александр Викторович Зарицкий, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия, zaritskii_al@mail.ru

Аннотация. Производство фруктов и ягод в Амурской области сосредоточено в частном секторе экономики. В статье обосновывается, что все имеющиеся сорта древесных плодовых культур (груша, слива, абрикос, яблоня) оказываются малопригодными для возделывания в промышленных масштабах в условиях Амурской области. Они не отвечают требованиям, предъявляемым современным сортам по качеству плодов, и не пользуются достаточным спросом у населения. При этом затраты на закладку насаждений и уход за ними очень высоки. Автор считает наиболее перспективными культурами жимолость синюю, ремонтантную малину и землянику. Раскрыты основные достоинства данных культур для возделывания в Амурской области.

Ключевые слова: плодовые культуры, ягодные культуры, малина, жимолость, земляника, Амурская область

Для цитирования: Зарицкий А. В. Перспективные плодово-ягодные культуры для возделывания в условиях Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 207–213.

Original article

Promising fruit and berry crops for cultivation in the Amur region

Alexander V. Zaritsky, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
zaritskii_al@mail.ru

Abstract. The production of fruits and berries in the Amur region is concentrated in the private sector of the economy. The article substantiates that all available varieties of woody fruit crops (pear, plum, apricot, apple tree) are unsuitable for

cultivation on an industrial scale in the Amur region. They do not meet the requirements of modern varieties in terms of fruit quality, and are not in sufficient demand among the population. At the same time, the costs of planting and caring for them are very high. The author considers blue honeysuckle, ever-bearing raspberries and strawberries to be the most promising crops. The main advantages of these crops for cultivation in the Amur region are revealed.

Keywords: fruit crops, berry crops, raspberries, honeysuckle, strawberries

For citation: Zaritsky A. V. Promising fruit and berry crops for cultivation in the Amur region. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 207–213), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

История развития садоводства в Амурской области насчитывает более 100 лет. Она берет начало с трудов первых селекционеров-самоучек: И. А. Ефремова, П. И. Меньшикова, Г. И. Госенченко и др. Этап научной селекции проходил под руководством Ф. И. Глинщиковой и Н. Н. Степановой в Дальневосточном государственном аграрном университете [1].

За все время было создано множество сортов плодовых и ягодных культур, которые в XX в. позволяли удовлетворять спрос в плодово-ягодной продукции у местного населения. Однако, с наступлением XXI в., когда в стране стали развиваться рыночные отношения и пошло расширение торговли с другими государствами, на рынке появилось огромное количество фруктов, с которыми местные сорта не могли успешно конкурировать. Из трех крупных государственных плодово-ягодных хозяйств в Амурской области сохранилось лишь одно, но и оно сменило форму собственности на частное.

Другой стороной проблемы стало насыщение местного рынка посадочным материалом, завозимым из других регионов России и мира. Толчком к этому стало развитие Интернет-торговли и традиционно активное занятие населения любительским садоводством. Стали появляться и фермеры, которые выращивают плодово-ягодную продукцию. Преимущественно это ягод-

ные культуры, которые несмотря на значительные затраты на закладку насаждений, достаточно быстро возвращают вложенные в них средства.

Целью данной статьи является анализ сложившейся ситуации с существующим сорtimentом плодово-ягодных культур в Амурской области и определение наиболее перспективных культур для выращивания в промышленных масштабах.

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 1 представлены наиболее известные сорта плодовых культур, выращиваемых в Амурской области. В основной своей массе это сорта, которые возделываются в открыто-зимующей форме. Лишь сорта яблони домашней (*Malus domestica*) выращиваются с укрытием на зиму (стланцевая форма).

Таблица 1 – Сорта плодовых культур, выращиваемые в Амурской области

Наименование культуры	Основные сорта	Регионы создания	Способ возделывания
<i>Malus baccata</i>	Малиновая, Янтарная, Абориген, Уральское наливное, Амурское урожайное, Ефремовское № 1	Сибирь, Дальний Восток	открыто-зимующий
<i>Malus domestica</i>	Антоновка, Грушовка московская, Медунца и др.	Центральный регион России	стланцевая (прикопочная)
<i>Pyrus ussuriensis</i>	Память Госенченко, Лада амурская, Ласточка Приамурья, Русаковская	Амурская область	открыто-зимующая
<i>Prunus ussuriensis</i>	Хабаровская ранняя, Оранжевая ранняя, Людмила	Хабаровский край, Амурская область	открыто-зимующая
<i>Armeniaka sibirica</i>	Академик, Ореховый, Красавец	Хабаровский край, Амурская область	открыто-зимующая

Многие из представленных сортов имеют хорошие и даже отличные вкусовые качества плодов, по которым они не уступают многим импортным фруктам. Но по остальным показателям (различия по срокам созревания, длительность хранения плодов, ежегодное плодоношение деревьев) они сильно уступают и не выдерживают конкуренции.

Что касается ягодных культур, то здесь также имеется некоторый задел, который был создан местными селекционерами, а также сорта, завезенные из

регионов со сходными климатическими условиями (табл. 2).

Таблица 2 – Сорты ягодных культур, выращиваемые в условиях Амурской области

Наименование культуры	Основные сорта	Регионы создания	Способ возделывания
Подрод черной смородины <i>Eucoreosma</i>	Амурский консервный, Новосел, Малютка, Хвойный аромат	Амурская область	открыто-зимующая
	Валовая, Экзотика, Ядреная и др.	Сибирский регион	открыто-зимующая
Жимолость синяя	Некрасовка, Подарок амурчанам, Дар ДальГАУ, Степановская-1	Амурская область	открыто-зимующая
	Бакчарский великан, Дочь Великана, Сильгинка, Огненный опал	Сибирский регион	открыто-зимующая
<i>Rubus ideaus</i>	Летние сорта: Амурчанка, Дочь амурчанки, Амурская желтоплодная, Красная шапочка	Амурская область	стланцевая (прикопочная)
	Ремонтантные сорта: Пингвин, Конек горбунок, Оранжевое чудо и др.	Сибирский регион, Центральный регион России	с полной ежегодной срезкой надземной части
<i>Fragaria ananassa</i>	множество сортов российской и зарубежной (Нидерланды) селекции		с укрытием на зиму легким органическим материалом, либо в однолетней форме (фриго)

При этом местные сорта, также как и у плодовых растений, несмотря на хорошие вкусовые качества их плодов, пользуются меньшей популярностью у населения, чем инорайонные. Среди всех ягодных культур наиболее перспективными для промышленного выращивания являются жимолость, земляника и малина. В настоящее время они выращиваются мелкими фермерами. Наиболее значительные насаждения жимолости (2,5 га) имеет Дальневосточный государственный аграрный университет; производством малины занимается ООО «Свободненский питомник» и ИП Лештаева В. В.; производством клубники (садовой земляники) – ИП Коваленко Р. А.

Главные достоинства и недостатки этих культур приведены в таблице 3.

Жимолость, как культура, является наименее требовательной к условиям выращивания. Основные затраты идут на производство (закупку) посадочного

материала и его высадку. Как правило, закладка насаждений ведется трехлетними саженцами. Хозяйственное плодоношение, когда с куста можно получить 0,5–0,8 кг, наступает через 3–4 года после посадки. Жимолость долговечна и нуждается в минимальном уходе. Элементарное зарастание сорняками во взрослом состоянии для нее не критично. Возможно выращивание при полном залужении междурядий, а также залужении с мульчированием прикустовых полос. Имеются как местные, так и инорайонные сорта.

Таблица 3 – Наиболее перспективные ягодные культуры для выращивания в промышленных масштабах

Наименование культуры	Основные достоинства	Недостатки
Жимолость	длительный период плодоношения (30 лет и более); минимальный уход при выращивании; самая ранняя ягода; очень высокий спрос у населения	вступает в период товарного плодоношения на 3–4 год после посадки; не все крупноплодные сорта могут выращиваться в промышленных условиях (низкая зимостойкость)
Малина	быстрое вступление в пору товарного плодоношения (2–3 год)	многие сорта не выдерживают суровых зим в Амурской области; летние сорта малины требуют укрытия на зиму; высокая рыночная стоимость ягод
Земляника садовая	очень высокий спрос у населения	большинство крупноплодных сортов иностранной селекции; возделывание в многолетней форме требует укрытия на зиму (незимостойка); высокая рыночная стоимость ягод

Малина более трудоемкая культура. Из двух типов (летняя и ремонтантная), согласно исследованиям В. В. Лештаевой [2], рентабельным в условиях Амурской области является выращивание только сортов ремонтантной малины Пингвин, Конек горбунок, Оранжевое чудо, Похвалинка, Малиновая гряда. Летние сорта малины имеют более высокие вкусовые качества ягод, раньше созревают. Однако они требуют укрытия кустов на зиму и ежегодную ручную обрезку, что приводит к увеличению затрат и производство становится нерентабельным. Сорта ремонтантной малины накапливают больше сухих веществ, ягоды более крупные и сухие [3].

Сорта *садовой земляники*, промышленно возделываемые в условиях Амурской области, в основном иностранной селекции (Нидерланды) и не способны перезимовывать в открытом грунте без легкого укрытия. Преимущественно они возделываются по технологии фриго, что позволяет избежать затрат, связанных с обеспечением перезимовки растений в открытом грунте.

Заключение. 1. В настоящее время производство фруктов и ягод в Амурской области сосредоточено в частном секторе экономики. Главным образом это любительское садоводство и мелкие фермеры, для которых быстрая окупаемость затрат является определяющей при выборе культуры.

2. Все имеющиеся сорта древесных плодовых культур (груша, слива, абрикос, яблоня) оказываются малопригодными для возделывания в промышленных масштабах в условиях Амурской области. Они не отвечают требованиям, предъявляемым современным сортам по качеству плодов, и не пользуются достаточным спросом у населения. Затраты на закладку насаждений и уход за ними очень высокие.

3. Наиболее перспективными культурами являются жимолость синяя, ремонтантная малина и земляника. Основными достоинствами жимолости синей выступают ранний срок ее созревания и долговечность растений, имеются местные сорта (амурской селекции); у ремонтантной малины – возможность избежать затрат на зимнее укрытие; у земляники – возможность выращивания в качестве однолетней культуры (фриго).

Список источников

1. Глинщикова Ф. И. История развития садоводства в Приамурье. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2014. 55 с.
2. Лештаева В. В., Козлова А. Б. Анализ плодоводства и ягодоводства в России и перспективы расширения производства малины в Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2021. С. 67–73.

3. Пакузина А. П. Межсортовые различия биохимических показателей ягод ремонтантной малины // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (70). С. 28–34.

References

1. Glinshchikova F. I. *The history of horticulture development in the Amur region*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2014, 55 p. (in Russ.).

2. Leshtaeva V. V., Kozlova A. B. Analysis of fruit and berry growing in Russia and prospects for expanding raspberry production in the Amur region. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 67–73), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2021 (in Russ.).

3. Pakusina A. P. Intersort differences in biochemical parameters of berries of ever-bearing raspberries. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2023;1(70):28–34 (in Russ.).

© Зарицкий А. В., 2024

Статья поступила в редакцию 28.05.2024; одобрена после рецензирования 11.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 28.05.2024; approved after reviewing 11.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.

Научная статья

УДК 634.7(571.64)

EDN RXJUVK

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-214-219>

**Выращивание клубники (*Fragaria* × *ananassa Duch.*)
в условиях органического земледелия**

Антонина Павловна Пакусина¹, доктор химических наук, профессор

Татьяна Павловна Платонова², кандидат химических наук, доцент

¹ Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

² Амурский государственный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ pakusina.a@yandex.ru, ² platonova.t00@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования биохимических показателей ягод садовой земляники, выращенной в условиях органического земледелия. В результате применения органических удобрений на основе рыбной муки в 2023 г. в сравнении с 2022 г. масса 100 ягод увеличилась. Ягоды садовой земляники сортов Румба и Фестивальная обладают гармоничным вкусом (сахарокислотный коэффициент 57,3 и 61,8 соответственно). Наиболее высокое содержание аскорбиновой кислоты в плодах земляники сорта Фестивальная (97 мг/100 г). Высоким содержанием антоцианов отличались плоды клубники сорта Эльвира (49 мг/100 г). Самыми перспективными для выращивания в условиях Амурской области являются сорта короткого светового дня Румба и Эльвира.

Ключевые слова: садовая земляника, рыбная мука, витамин С, антоцианы, титруемая кислотность

Для цитирования: Пакусина А. П., Платонова Т. П. Выращивание клубники (*Fragaria* × *ananassa Duch.*) в условиях органического земледелия // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII международного конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 214–219.

Original article

Growing strawberries (*Fragaria* × *ananassa Duch.*) in organic farming

Antonina P. Pakusina¹, Doctor of Chemical Sciences, Professor

Tatyana P. Platonova², Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

¹ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Amur State University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ pakusina.a@yandex.ru, ² platonova.t00@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the biochemical parameters of strawberries grown in organic farming. As a result of the use of organic fertilizers based on fishmeal in 2023, the weight of 100 berries increased compared to 2022. The berries of the strawberry varieties Rumba and Festivalnaya have a harmonious taste (sugar acid coefficient 57.3 and 61.8, respectively). The highest content of ascorbic acid in strawberry fruits of the Festivalnaya variety (97 mg/100 g). Strawberry fruits of the Elvira variety (49 mg/100 g) were distinguished by a high content of anthocyanins. The most promising varieties for cultivation in the Amur region are short daylight varieties Rumba and Elvira.

Keywords: strawberries, fish meal, vitamin C, anthocyanins, titrated acidity

For citation: Pakusina A. P., Platonova T. P. Growing strawberries (*Fragaria × ananassa Duch.*) in organic farming. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 214–219), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Ягоды садовой земляники обладают приятным ароматом и вкусом, содержат витамины и биологически активные вещества. В Амурской области садовая земляника выращивается в открытом грунте садоводами на дачных участках, а также тремя фермерскими хозяйствами. Полезные свойства ягод садовой земляники определяют актуальность изучения биохимических показателей этих ягод, выращенных в условиях органического земледелия.

Целью работы явилось изучение биохимических показателей ягод садовой земляники, выращенных в условиях юга Амурской области, которые могут быть использованы в качестве источников витаминов и антиоксидантов для диетического питания.

Объекты и условия проведения исследований. Объектами исследования являются ягоды земляники короткого светового дня сортов Фестивальная, Эльвира и Румба. Сорт Фестивальная включен в Государственный реестр в 1965 г. (оригинатор – Павловская опытная станция ВИР Россельхозакадемии). Сорт Румба внесен в Государственный реестр в 2023 г. (оригинатор – Fresh

Forward Holding BV) [1].

Сорт Эльвира голландской селекции, но информации в открытых источниках об авторах и времени выведения данного сорта нет. Районированные сорта садовой земляники на Дальнем Востоке отсутствуют.

Результаты исследования были получены в первой декаде июля в 2022 и 2023 гг. Садовую землянику выращивали в открытом грунте на дачном участке (13 км от г. Благовещенска в экологически чистом районе).

Почвы на садовом участке являются бурыми лесными легкосуглинистыми и характеризуются малой мощностью гумусового горизонта [2]. Результаты исследований почвы показали удельную электропроводность, равную 58,36 мСм/см, что свидетельствует о средней подвижности катионов в почве. Удельная электропроводность почвенной вытяжки составила 90,30 мСм/см. Почва имела среду, близкую к нейтральной, поэтому обменная кислотность, равная 0,01 ммоль на 100 г почвы, является незначительной.

Массовая концентрация водорастворимых солей определена на уровне 1,675 г/л, что указывало на невысокое их содержание. Массовая доля кальция в почве – 0,005 %, магния – 0,018 %, что может явиться причиной болезней растений, так как в норме кальция должно быть в бурых лесных почвах значительно больше (0,9 %). В почвах низкое содержание подвижного фосфора: массовая доля составляет 220,77 млн⁻¹, массовая концентрация – 44,15 мг/дм³.

В почву вносились зола древесная, конский навоз, минеральные удобрения (аммофоска) по нормам, которые рекомендовали производители. Органическая подкормка на основе рыбной муки для подготовки грядок под садовую землянику применялась при посадке розеток из расчета 100 г на 1 м². Под розетки земляники вносилась мульча (хвойная кора).

По мере необходимости растения поливали. Обработка растений от вредителей и болезней не проводилась. Землянику посадили на гряды рядами на расстоянии между рядами 50 см, и друг от друга – 30 см.

Среднесуточные температуры воздуха в 2022 г. были выше нормальных значений на 1–3 °С и достигали в мае, июне и июле – 14,3 °С, 22,2 °С и 25,2 °С соответственно. Количество осадков в мае оказалось на 11,6 мм выше нормы, в июне и июле – меньше нормы (при средних многолетних значениях 106,6 и 141,2 мм они составили 84,5 и 90,9 мм соответственно). В 2023 г. среднемесячная температура в мае, июне, июле составила 12,3 °С, 17,8 °С, 21,5 °С соответственно, что ниже нормы. Количество осадков при этом выпало меньше нормы [3].

Результаты исследований. Показатели биохимического состава ягод земляники изучаются для выделения сортов в качестве комплексных источников в селекции по содержанию практически полезных веществ [4].

Масса 100 ягод является сортовым признаком, но в 2023 г. ягоды были крупнее. Мы этот факт связываем с применением органических удобрений на основе рыбной муки, поскольку плодородие почвы влияет на размер ягод. Наибольшая масса 100 ягод обнаружена у сорта Румба (табл. 1).

Таблица 1 – Масса 100 ягод и биохимические показатели ягод садовой земляники

Показатели	Годы	Сорт		
		Фестивальная	Эльвира	Румба
Масса 100 ягод, г	2022	793,9±10,1	708,7±16,2	1 370,8±11,8
	2023	911,7±11,2	1 307,5±18,4	1 743,7±12,0
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	2022	96,5±4,8	79,7±3,9	89,6±4,4
	2023	97,0±4,8	79,7±3,9	89,8±4,4
Сахар, %	2022	6,8±0,1	10,5±0,1	8,8±0,1
	2023	6,7±0,1	8,0±0,1	8,6±0,1
Кислотность титруемая в пересчете на лимонную кислоту	2022	0,35±0,01	0,44±0,01	0,18±0,01
	2023	1,35±0,06	1,49±0,07	0,90±0,05

Содержание антоцианов в ягодах сорта Румба, Фестивальная и Эльвира составило соответственно 21; 38 и 49 мг/100 г. Сорта Эльвира и Румба отличаются высоким содержанием сахаров. Титруемая кислотность была выше у сорта Фестивальная. Дегустационную оценку, равную пяти баллам, показал сорт Румба.

Исследованные сорта земляники содержали больше аскорбиновой кислоты в сравнении с их выращиванием в условиях Белгородской области [5].

Таким образом, внесение органических удобрений на основе рыбной муки положительно влияет на качество ягод земляники садовой.

Список источников

1. Характеристики сортов растений, впервые включенных в 2023 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию : официальное издание. М. : Росинформагротех, 2023. 326 с.
2. Система земледелия Амурской области : производственно-практический справочник / под ред. П. В. Тихончука. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2016. 570 с.
3. Погода и климат : [сайт]. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 20.04.2024).
4. Макаркина М. А., Павел А. Р. Биологически активные вещества в ягодах земляники, выращенной в условиях Орловской области // Современное садоводство. 2017. № 2. С. 10–15.
5. Волощенко С. С., Сорокопудов В. Н., Иванова Ю. Ю., Сорокопудова О. А. Особенности химического состава ягод земляники в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6. С. 271.

References

1. *Characteristics of plant varieties first included in 2023 in the State Register of Breeding Achievements approved for use: official publication*, Moscow, Rosinformagrotekh, 2023, 326 p. (in Russ.).
2. Tikhonchuk P. V. (Eds.). *The farming system of the Amur region: a production and practical handbook*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2016, 570 p. (in Russ.).
3. Weather and climate. *Pogodaiklimat.ru* Retrieved from <https://www.pogodaiklimat.ru> (Accessed 20 April 2024) (in Russ.).

4. Makarkina M. A., Pavel A. R. Biologically active substances in strawberries grown in the conditions of the Orel region. *Sovremennoe sadovodstvo*, 2017;2:10–15 (in Russ.).

5. Voloshchenko S. S., Sorokopudov V. N., Ivanova Yu. Yu., Sorokopudova O. A. Features of the chemical composition of strawberry berries in the conditions of the Belgorod region. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2011;6:271 (in Russ.).

© Пакулина А. П., Платонова Т. П., 2024

Статья поступила в редакцию 15.05.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 15.05.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

Научная статья

УДК 634.7:664.85(571.56)

EDN QWULND

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-220-226>

Использование местного ягодного сырья в производстве

Татьяна Васильевна Слепцова¹, научный сотрудник

Валентина Тихоновна Васильева², кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

¹ Арктический государственный агротехнологический университет

Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия

^{1, 2} Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова, Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия

¹ SlepsovaTV@yandex.ru, ² vasvalt@mail.ru

Аннотация. Дана товароведная характеристика четырех сортов черной смородины местной селекции, протертых с сахаром, выработанных по разработанным авторами и утвержденным техническим условиям. Определены органолептические и физико-химические показатели продукта. Обосновано, что производство ягоды протертой «Сайын» из садовых ягод Якутии увеличивает ассортимент пищевой продукции, позволяет максимально сохранить пищевую и биологическую ценность садовых ягод, увеличивает срок хранения и повышает транспортабельность ягодной продукции.

Ключевые слова: черная смородина, ягоды, химический состав, ягоды протертые, товароведная характеристика

Для цитирования: Слепцова Т. В., Васильева В. Т. Использование местного ягодного сырья в производстве // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 220–226.

Original article

The use of local berry raw materials in production

Tatiana V. Sleptsova¹, Researcher

Valentina T. Vasilyeva², Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher

¹ Arctic State Agrotechnological University

Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

^{1, 2} Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

¹ SlepsovaTV@yandex.ru, ² vasvalt@mail.ru

Abstract. The commodity characteristics of four varieties of black currant of local selection, mashed with sugar, developed according to the devised by the authors and approved specifications are given. The organoleptic and physico-chemical parameters of the product were determined. It is proved that the production of mashed "Sayyn" berries from garden berries of Yakutia increases the range of food products, allows you to maximize the nutritional and biological value of garden berries, increases the shelf life and increases the transportability of berry products.

Keywords: black currant, berries, chemical composition, mashed berries, commodity characteristics

For citation: Sleptsova T. V., Vasilyeva V. T. The use of local berry raw materials in production. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 220–226), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Как источник витаминов, ягоды и фрукты имеют преимущества перед овощами, так как обычно употребляются в пищу в свежем виде. При этом для удовлетворения дневной потребности человека в витаминах достаточно всего 60–200 грамм ягод или фруктов в зависимости от вида и сорта культуры [1]. Ягоды черной смородины богаты пектиновыми веществами, органическими кислотами, биологически активными веществами, а также антоцианами и лейкоантоцианами, что обуславливает широкое их применение в пищевом производстве [2].

Учеными-селекционерами Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства на базе селекционного питомника в Хангаласском улусе Республики Саха (Якутия) в результате многолетней работы созданы сорта черной смородины с высокой продуктивностью, экологической пластичностью, технологичностью, высокими товарными и вкусовыми качествами плодов – Хара Кыталык, Люция, Якутская и Памяти Кындыла [3].

Органолептическая оценка показала, что ягоды черной смородины исследуемых сортов имели округлые формы черного цвета; окраска мякоти – от светло-зеленой до темно-розовой; достаточно плотной консистенции; с выраженным кисло-сладким вкусом и ароматом, характерным для данных сортов.

Исследованные нами четыре местных сорта смородины черной по качественным показателям пригодны для производства концентрированных соков, сиропов, протертых ягод, варенья и другой продукции [4].

Нами разработаны технические условия и технологическая инструкция на ягоды протертые «Сайын» (ТУ 10.39.22–020–03534081–2022) из дикорастущих и садовых ягод Якутии, получена декларация соответствия продукта.

Технологический процесс производства протертой ягоды «Сайын» включает: мойку; инспекцию; взвешивание ягод; добавление сахара; размешивание; протирание; доведение до кипения (100–105 °С); охлаждение до температуры 20–25 °С и розлив.

Из представленных в таблице 1 результатов видно, что содержание сухого вещества в протертой черной смородине увеличилось в 5,2–5,5 раза по сравнению со свежим ягодным сырьем; при этом содержание сахаров увеличилось в 7,7–13,0 раза и составило в продукте «Сайын» из плодов сорта Хара Кыталык 66,0 %, сорта Люция – 68,7 %, сорта Якутская – 68,9 % и сорта Памяти Кындыла – 68,3 %.

Таблица 1 – Биохимический состав и энергетическая ценность ягоды протертой «Сайын» из садовой черной смородины по сортам

Показатели	Хара Кыталык	Люция	Якутская	Памяти Кындыла	Коэффициент вариации, %
Сухое вещество, %	22,9±0,07	23,0±0,06	23,1±0,16	23,0±0,10	1,4
Белки, %	0,56±0,01	0,57±0,01	0,58±0,01	0,57±0,02	4,3
Углеводы, %	66,0±1,36	68,7±1,27	68,9±3,04	68,3±1,88	7,9
Жиры, %	0,93±0,01	0,96±0,01	0,96±0,02	0,95±0,02	1,5
Энергетическая ценность, ккал/100 г	274,6	285,7	286,6	284,0	–

Наиболее значительно варьировало содержание углевода (коэффициент вариации равен 7,9 %) в сравнении с изменчивостью белка (4,3 %), сухого вещества (1,4 %) и жира (1,5 %).

Витамины имеют важное значение в осуществлении обмена веществ, процессов роста и биохимического обеспечения жизненных функций организма. Одним из основных показателей, определяющих ценность ягод, является содержание витамина С (аскорбиновой кислоты). В продукте «Сайын» содержание витаминов составило (в мг на 100 г продукта): аскорбиновой кислоты – 37,1–38,3; тиамин – 0,010–0,012; рибофлавин – 0,010–0,011; ниацин – 0,010–0,012; пиридоксин – 0,005–0,006. Содержание витаминов в продукте «Сайын» из плодов сорта Люция в большинстве случаев было существенно (на 3–17%) выше, чем из плодов сортов Хара Кыталык, Якутская и Памяти Кындыла. При этом нужно отметить, что в процессе приготовления продукта количество витаминов снизилось в 2,0–6,6 раза относительно его исходного содержания в свежем сырье (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание витаминов в ягоде протертой «Сайын» из садовой черной смородины по сортам

Витамины	В мг на 100 г продукта				
	Хара Кыталык	Люция	Якутская	Памяти Кындыла	Коэффициент вариации, %
Аскорбиновая кислота (С)	37,1±0,57	38,2±0,53	38,3±1,27	38,1±0,78	2,8
Тиамин (В ₁)	0,011±0,003	0,010±0,001	0,010±0,001	0,011±0,002	5,5
Рибофлавин (В ₂)	0,010±0,002	0,011±0,008	0,010±0,003	0,010±0,001	4,8
Ниацин (В ₃)	0,012±0,003	0,012±0,002	0,010±0,001	0,011±0,002	5,9
Пиридоксин (В ₆)	0,005±0,002	0,006±0,001	0,005±0,002	0,005±0,001	8,9

Вариабельность содержания указанных витаминов в продукте «Сайын» под влиянием термической обработки колебалась от 2,8 до 8,9 %. В соответствии с Методическими рекомендациями Роспотребнадзора МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», порция 100 г протертой ягоды «Сайын» удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в витамине С на 37,1–38,3 %, В₁ – 0,6–0,7 %, В₂ – 0,5–0,6 %, В₃ – 0,05–0,06 %, В₆ – 0,25–0,3 %.

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют, что в продукте «Сайын», содержание макроэлементов составило (в мг на 100 г продукта): натрий – 16,7–17,3; калий – 137,2–138,4; фосфор – 15,5–15,7; магний – 13,2–13,5; кальций – 18,5–19,9. При этом потери макроэлементов от их исходного количества в сырье достигали 39–54 %. Порция 100 г ягоды протертой «Сайын» удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в калии на 3,9–4,0 %, кальции – 1,8–2,0 %, магнии – 3,1–3,2 %, натрии – 1,2–1,3 %, фосфоре – 2,2–2,3 %.

Таблица 3 – Содержание макроэлементов в ягоде протертой «Сайын» из садовой черной смородины по сортам

Макроэлементы	В мг на 100 г продукта				
	Хара Кыталык	Люция	Якутская	Памяти Кындыла	Коэффициент вариации, %
Натрий	16,7±0,24	17,2±0,52	17,3±0,54	17,2±0,34	5,4
Калий	137,2±0,54	138,3±0,51	138,4±1,21	138,2±0,75	1,5
Фосфор	15,5±0,10	15,7±0,09	15,7±0,23	15,6±0,14	2,0
Магний	13,2±0,16	13,5±0,15	13,5±0,35	13,5±0,22	4,7
Кальций	18,5±0,69	19,8±0,65	19,9±1,55	19,6±0,96	3,5

Готовый продукт хранят в сухом месте при температуре 0 ± 2 °С в течение 6 месяцев с даты изготовления при соблюдении условий хранения.

Независимыми экспертами проведена дегустация четырех сортов протертой садовой смородины по органолептическим показателям (внешний вид, цвет, аромат, вкус). В результате, сорт Хара Кыталык получил 4,68 балла; сорт Памяти Кындыла – 4,64 балла; сорт Якутская – 4,60 балла; сорт Люция – 4,56 балла по 5-балльной шкале.

Все исследованные сорта местной селекции отличаются высокими товарными, вкусовыми качествами и могут быть рекомендованы для широкого потребления как в свежем, так и в переработанном виде.

Заключение. Производство ягоды протертой «Сайын» из садовых и дикорастущих ягод Якутии увеличивает ассортимент пищевой продукции, поз-

воляет максимально сохранить пищевую и биологическую ценность ягод, увеличивает срок хранения, повышает транспортабельность ягодной продукции и способствует сохранению здоровья населения.

Разработанная нами технология переработки черной смородины внедрена в производство в малых перерабатывающих цехах республики, имеет достаточное число положительных отзывов от непосредственных потребителей продукции, а также награждена Золотой медалью XXV Российской агропромышленной выставки «Золотая осень 2023».

Список источников

1. Новикова О. А., Смоленкова О. В. Содержание витамина С и микроэлементов в ягодах смородины и их влияние на здоровье населения // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (17). С. 194–200.

2. Галикеева И. З., Хасанова З. М., Хасанова Л. А. Диетические и лечебно-профилактические свойства смородины черной (*Ribes Nigrum* L.) // Вестник Башкирского государственного педагогического университета. 2018. № 2 (46). С. 30–35.

3. Сорокопудов В. Н., Назарюк Н. И., Габышева Н. С. Совершенствование сортимента смородины черной в Азиатской части России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 7. С. 23–28.

4. Лучина Н. А. Товароведная характеристика плодово-ягодных консервов // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 3 (14). С. 66–70.

References

1. Novikova O. A., Smolenkova O. V. Content of vitamin C and trace elements in currant berries and their impact on public health. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;1(17):194–200 (in Russ.).

2. Galikeeva I. Z., Hasanova Z. M., Hasanova L. A. Dietary and therapeutic and prophylactic properties of black currant (*Ribes Nigrum* L.). *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2018;2(46):30–35 (in Russ.).

3. Sorokopudov V. N., Nazaryuk N. I., Gabysheva N. S. Improvement of black currant assortment in the Asian part of Russia. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2018;7:23–28 (in Russ.).

4. Luchina N. A. Commodity characteristics of canned fruit and berry products. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2009;3(14):66–70 (in Russ.).

© Слепцова Т. В., Васильева В. Т., 2024

Статья поступила в редакцию 15.05.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 15.08.2024.

The article was submitted 15.05.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 15.08.2024.

蔓越莓组培苗对微生物菌剂的生理响应

战禹辰¹, 研究生

陶晶², 陈士刚³, 秦彩云⁴, 研究员

¹ 吉林农业大学

^{1, 2, 3, 4} 吉林省林业科学研究院 (吉林省生物防治中心站)

¹ 13664342282@163.com, ² taojing8116@126.com,

³ chensga@126.com, ⁴ 849591061@qq.com

摘要: 以蔓越莓生根组培苗为试验对象, 对其进行微生物菌剂最佳浓度的筛选。通过试验发现, 蔓越莓组培苗根系侵染程度和生长状态, 与施加微生物菌剂浓度有关, 综合试验数据分析得到最佳侵染浓度为 20%。与其余处理相比, 施加微生物菌剂浓度 20%、培养 40d 时, 蔓越莓组培苗根系侵染率最高, 达到 64%。组培苗生长状态最佳, 平均株高达到 7.89 cm, 植物体内可溶性蛋白含量、过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性均达到最佳。

监测: 组培苗, 基质, 微生物菌剂, 生长生理

УДК 634.7

EDN QZVQWY

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-227-234>

**Физиологическая реакция проростков культуры тканей клюквы
на воздействие микробиологических агентов**

Чжан Юйчэнь¹, аспирант

Тао Цзин², Чэнь Шиган³, Цинь Цайюнь⁴, исследователи

¹ Цзилиньский сельскохозяйственный университет

провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай

^{1, 2, 3, 4} Цзилиньская академия лесных наук (станция Центра биологического контроля провинции Цзилинь), провинция Цзилинь, Чанчунь, Китай

¹ 13664342282@163.com, ² taojing8116@126.com,

³ chensga@126.com, ⁴ 849591061@qq.com

Аннотация. Используя в качестве тест-объекта проростки культуры ткани для укоренения клюквы, они были подвергнуты скринингу на предмет оптимальной концентрации микробиологических агентов. В ходе испытаний

установлено, что степень заражения и состояние роста корневой системы проростков культуры тканей клюквы зависят от концентрации применяемых микробиологических агентов, и оптимальная концентрация инфекции, полученная в результате комплексного анализа данных испытаний, составляет 20 %. По сравнению с остальной обработкой, когда концентрация микробиологического агента составляла 20 %, а культура 40 дней, уровень заражения корней проростков культуры тканей клюквы был самым высоким и достигал 64 %. Состояние роста проростков культуры тканей является оптимальным, средняя высота растений составляет 7,89 см, а содержание растворимого белка, активность пероксидазы и полифенолоксидазы в растении являются оптимальными.

Ключевые слова: клюква, проростки культуры тканей, матрикс, микробиологические агенты, физиология роста

Physiological reaction of cranberry tissue culture seedlings to the effects of microbiological agents

Zhan Yuchen¹, Postgraduate Student

Tao Jing², Chen Shigang³, Qin Caiyun⁴, Researchers

¹ Jilin Agricultural University, Jilin Province, Changchun, China

^{1, 2, 3, 4} Jilin Academy of Forest Sciences (Jilin Province Biological Control Center Station), Jilin Province, Changchun, China

¹ 13664342282@163.com, ² taojing8116@126.com,

³ chensga@126.com, ⁴ 849591061@qq.com

Abstract. Using cranberry tissue culture seedlings as a test object, they were screened for the optimal concentration of microbiological agents. During the tests, it was found that the degree of infection and the state of growth of the root system of cranberry tissue culture seedlings depend on the concentration of microbiological agents used, and the optimal concentration of infection obtained as a result of a comprehensive analysis of test data is 20%. Compared with the rest of the treatment, when the concentration of the microbiological agent was 20% and the culture was 40 days old, the level of infection of the roots of cranberry tissue culture seedlings was the highest and reached 64%. The growth state of tissue culture seedlings is optimal, the average plant height is 7.89 cm, and the soluble protein content, peroxidase and polyphenol oxidase activity in the plant are optimal.

Keywords: cranberries, tissue culture seedlings, matrix, microbiological agents, growth physiology

蔓越莓 (*Vaccinium Macrocarpon* L.) 又称蔓越橘, 是杜鹃花科越橘属植物, 生长在北半球温带至寒带酸性的沼泽地和沙地土壤中。目前主要在美国东部

和东北部以及加拿大大部分地区种植。蔓越莓果实长 2-5 cm 的卵圆形浆果，红皮下的果肉由白色到深红色，口感重酸微甜[1, 2]。

蔓越莓组培苗移栽是规模化栽植的基础。本试验以蔓越莓生根组培苗为材料，移栽进穴盘内，对基质施加不同浓度的微生物菌剂，观察在微生物菌剂处理下蔓越莓的生长情况，研究微生物菌剂对蔓越莓生长、生理指标的影响，为蔓越莓大田栽植提供技术支持。

1 试验地点与方法

1.1 试验地点

吉林省林业科学研究所的净月综合实验基地，温室内温度 35–38 °C, 湿度 90–95%，遮荫网定时开放，每两天浇水一次，实验基质 pH 值 4.5–5.5。

1.2 试验材料

蔓越莓生根组培苗（吉林农业大学引种选育的品种“西尔斯” [3, 4]），选择生长健壮、高度 6 cm 的生根组培苗，用清水洗净根部的培养基。

1.3 试验方法与处理

在基质（腐殖土+苔藓，比例为 1:1）中施加不同浓度的微生物菌剂，搅拌均匀后装进规格 6×4 的穴盘内（125 cm³），将试验材料移栽进配置好的穴盘基质中，每一穴盘移栽组培苗 9 株，压紧基质，定期浇水。

施用的微生物菌剂为林业专用外生菌根菌剂，为外生菌根菌，有效活菌数 ≥ 1.0 亿/g。微生物菌剂用量设计四个处理水平，分别为 0%，10%，20% 和 30%，见表 1，定期观测蔓越莓的生长情况。在不同处理时间（20d、40d、60d）时调查和取样，样品装入编号的自封袋内，迅速放入 -80 °C 冰箱速冻保存。分别进行菌根侵染率与可溶性蛋白。

（SP）、过氧化物酶（POD）、多酚氧化酶（PPO）的测定，如图 1。

表 1 微生物菌剂处理浓度与取样时间

处理	时间	处理	时间	处理	时间	浓度, %
CK ₁	20 d	CK ₂	40 d	CK ₃	60 d	0
A ₁	20 d	A ₂	40 d	A ₃	60 d	10
B ₁	20 d	B ₂	40 d	B ₃	60 d	20
C ₁	20 d	C ₂	40 d	C ₃	60 d	30



图 1 菌根侵染染色过程与玻片制作

1.4. 计算公式

(1) 平均株高计算公式:

$$\text{平均株高} = \text{株高总长} / \text{取样株数} \quad (1)$$

(2) 可溶性蛋白浓度公式: 待测样本蛋白浓度

$$(\text{g/L}) = (\text{A}_{\text{测定}} - \text{A}_{\text{空白}}) / (\text{A}_{\text{标准}} - \text{A}_{\text{空白}}) \times \text{C}_{\text{标准}} \times \text{N} \quad (2)$$

式中: C_{标准} - 为标准液浓度 0.524g/L; N - 为样本测试前稀释倍数。

(3) 过氧化物酶活性公式:

$$\text{POD 活性 [U/g 鲜重]} = [(\text{A}_{\text{测定}} - \text{A}_{\text{对照}}) / 12 \times d] \times (\text{V}_{\text{反应}} / \text{V}_{\text{样}}) / \text{T} / (\text{W} / \text{V}_{\text{样总}}) \times 1000 \quad (3)$$

式中: V_{反应} - 为反应总体积, 4 mL; V_样 - 为取样量, 0.1 mL;
 d - 为比色光径, 单位为, cm; T - 为反应时间, 30 分钟;

W – 为组织鲜重, 单位为 g; $V_{\text{样总}}$ – 为匀浆液总体积, 单位为 mL.

(4) 多酚氧化酶活性公式:

$$\text{PPO 活力 (U/g 组织)} = (\Delta A / 0.01) \times (V_{\text{提}} / W) \times (V_{\text{反总}} / V_{\text{样}}) \times (1 / V_{\text{反总}}) / T \quad (4)$$

式中: $V_{\text{提}}$ – 为提取液总体积 mL; W – 为样本质量, 单位为 g;
 $V_{\text{反总}}$ – 为反应体系总体积, 0.9 mL; $V_{\text{样}}$ – 为取样量, 0.15 mL;
T – 为反应时间, 10 min.

(5) 菌根侵染率公式:

$$\text{侵染率} = \left[\sum (0 \times \text{根段数} + 10\% \times \text{根段数} + 20\% \times \text{根段数} + \dots + 100\% \times \text{根段数}) \right] \quad (5)$$

2 结果与分析

2.1 微生物菌剂对根系侵染率的影响

对第 20d、40d、60d 取样的材料进行染色观察, 结果发现: 当微生物菌剂浓度为 20% 时, 在第 40d (B2) 的外生菌根菌侵染率最高, 可达到 64%. 在该处理条件下蔓越莓植株的生长状态最好, 平均株高达到 7.89 cm. 这与陈猛等 [5] 对菌根真菌能够有效促进蓝莓生长的结论一致。

当微生物菌剂浓度为 10% 时, 也能够侵染成功, 但在处理阶段的 20d (A1)、40d (A2)、60d (A3) 时侵染率变化不显著, 从第 20d (A1) 开始侵染率就基本稳定在 30% 左右, 到 40d 时 (A2) 蔓越莓平均株高为 7.15 cm. 当微生物菌剂浓度为 30% 时, 在第 40d (C2) 时侵染率最高, 可达到 56%, 平均株高为 7.34 cm, 仅次于 B2 处理。

由此可见, 在不同浓度的微生物菌剂处理下, 蔓越莓组培苗的根系均能被外生菌根菌侵染, 而且侵染的部位主要集中在根系的表皮细胞层。

根据菌根侵染的孢子数进行分级, 图 2 所示为菌根侵染率 0%、10%、50% 和 100% 状态。

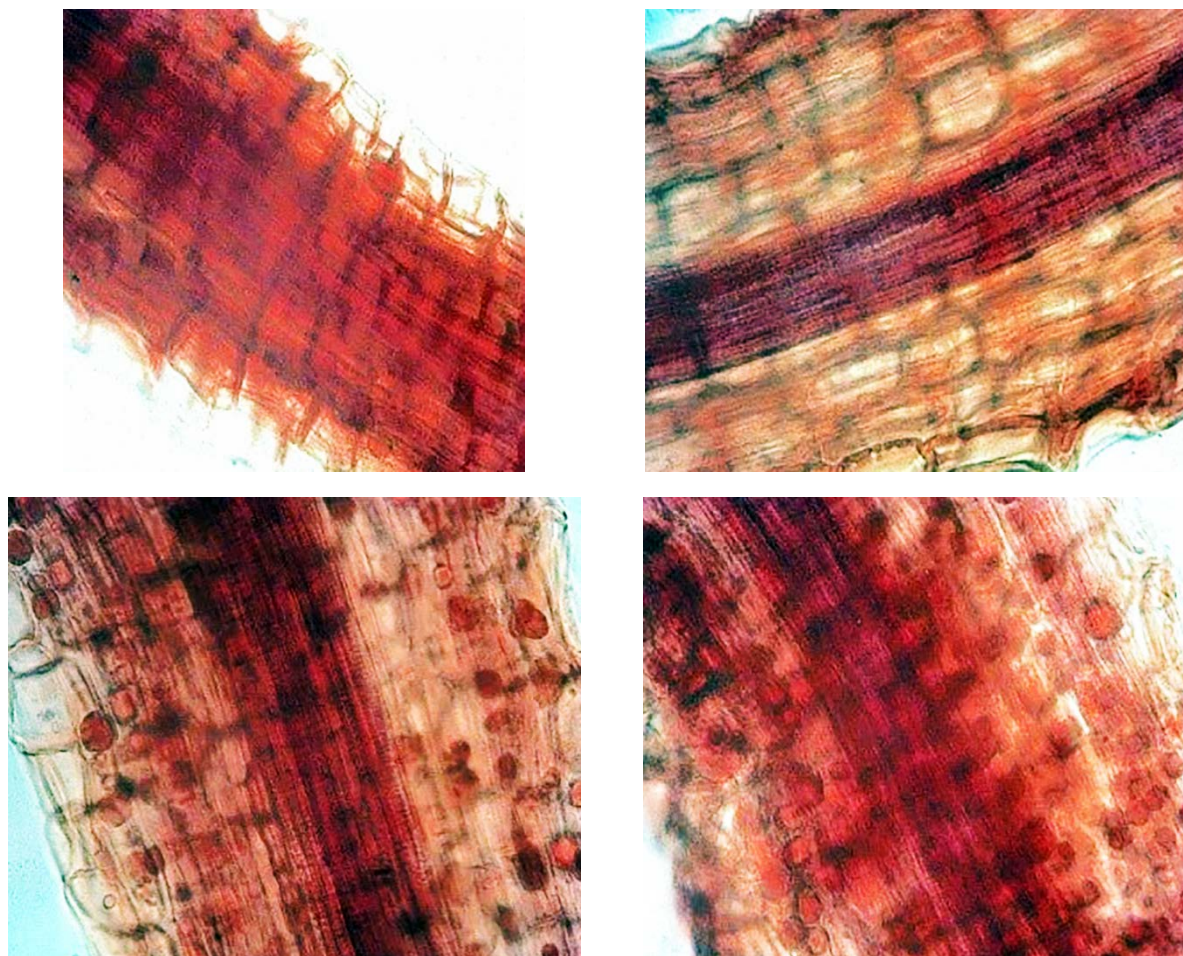


图 2 菌根侵染 0%、10%、50%、100%状态

2.2 微生物菌剂对储藏物质和酶活性的影响

可溶性蛋白与养分运输能力成正相关 [6]。

施加不同浓度的微生物菌剂后，可溶性蛋白含量变化呈现先上升后下降的变化趋势（见图 3, a）。对照组在 20d（CK1）、40d（CK2）、60d（CK3）时分别达到了 1.235 mg/gFW、1.42 mg/gFW、1.55 mg/gFW，呈现缓慢上升趋势；微生物菌剂 20% 处理组可溶性蛋白呈现“快速上升”趋势，在 20d（B1）时可溶性蛋白为 2.035 mg/gFW，在 40d（B2）时达到峰值 4.427 mg/gFW，60d（B3）时为 2.261 mg/gFW，虽有所下降，但仍高于对照组和 B1 组。

微生物菌剂 10% 处理组可溶性蛋白一直处于稳步上升趋势，A2 和 A3 均高于对照和 A1，但未达到 B₂ 处理的峰值。微生物菌剂 30% 处理组均低于对

照和其他处理组。适当浓度的微生物菌剂处理可提高可溶性蛋白含量，对蔓越莓组培苗的生长起到促进作用。

与可溶性蛋白变化趋势相同，POD 酶活性与 PPO 酶活性也呈现先上升后下降的变化趋势（见图 3-b, 3-c），其活性远高于对照组，在 20d、40d、60d。表明蔓越莓组培苗在施加微生物菌剂条件下可以通过 POD 酶与 PPO 酶的积累，清除组培苗体内多余的活性氧，减少组培苗的细胞损伤。且在适宜的微生物菌剂施加条件下，对组培苗生长起着促进作用。

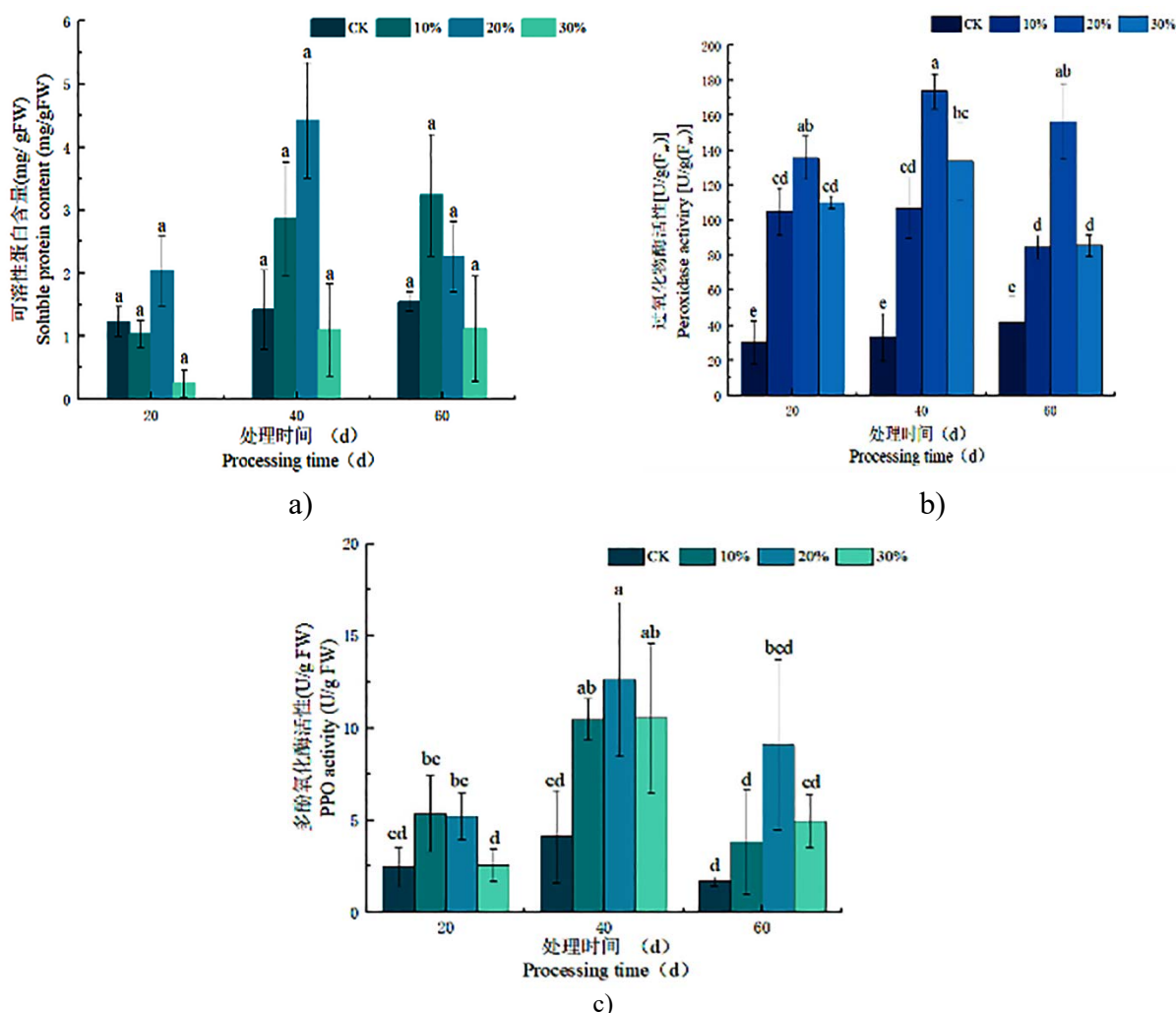


图 3 可溶性蛋白、过氧化物酶、多酚氧化酶活性含量

综上，在 B₂ 处理时蔓越莓植物体内可溶性蛋白含量达到最高，过氧化物酶

活性、多酚氧化酶活性均达到最佳，分别为 173.75 U/g(Fw)和 12.64 U/g(Fw)。

3 结论

微生物菌剂浓度是影响蔓越莓组培苗根系侵染率的重要因素。通过试验数据综合分析，确定最佳侵染率的微生物菌剂浓度为 20%。蔓越莓组培苗在 40d (B₂) 处理时根系侵染率最高，能够达到 64%。同时发现，施加微生物菌剂也是影响蔓越莓组培苗生长发育的重要因素，蔓越莓组培苗在 40d (B₂) 处理时生长势强，生命力旺盛，平均株高达到 7.89 cm。可溶性蛋白含量、过氧化物酶活性、多酚氧化酶活性均达到最佳。

参考文献

1. 刘小涵, 王远亮. 蔓越莓中的植物化合物及其抑菌机理研究进展. 食品与机械, 2020;36(11):202–205,210.
2. 魏燕, 詹子逸, 章宇. 蔓越莓生物活性物质及主要生理功能研究进展. 食品研究与开发, 2017;38(10):219–224; Nutrition Research, 2013;33(8):595–607.
3. 吴林. 蔓越莓(橘)品种筛选与栽培技术研究. 吉林省, 吉林农业大学, 2021-09-07.
4. 裴彤, 李金英, 王颖, 等. 蔓越莓产业发展及栽培技术研究进展. 吉林林业科技, 2022;51(02):32–37.
5. 陈猛, 苏栋山, 朱红惠等. 菌根真菌提高蓝莓抗逆性研究进展. 亚热带植物科学, 2018;47(01):88–93.
6. Gao Y., Long R., Kang J. Comparative proteomic analysis reveals that antioxidant system and soluble sugar metabolism contribute to salt tolerance in alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaves. Journal of Proteome Research, 2019;18(1):191–203.

© 战禹辰, 陶晶, 陈士刚, 秦彩云, 2024

提高树莓种子萌发率方法研究

杨国慧¹, 农学博士, 教授

李铁梅², 农学博士, 讲师

^{1,2} 东北农业大学园艺园林学院, 哈尔滨, 中国

¹ yangguohui@msn.com, ² litiemei2011@163.com

摘要: 树莓为蔷薇科 (Rosaceae) 悬钩子属 (*Rubus*) 灌木类小浆果果树。其果实属于聚合小核果, 种皮厚而坚硬, 种子萌发率低且萌发生时间长, 因而影响了杂种实生苗的获得。本研究采用硫酸、外源激素、热激等不同方法结合不同天数的低温层积处理树莓种子, 同时开展树莓成熟胚培养, 目的在于寻找打破树莓种子休眠的方法。结果表明, 硫酸处理可以提高树莓种子萌发率, 最好的处理为 95%硫酸 10 min、层积 30d 后播种, 出苗率达 18.00%; 成熟胚培养也可以有效打破种子休眠, 其培养方法为: 2% 的 NaClO 消毒 12 min, 对种子进行两端切削, 种胚萌发生长的最佳培养基为 1/2MS + 6-BA 1.0 mg/L + IAA 0.2 mg/L, 最佳生根培养基配方为 1/2MS+ IBA 0.3 mg/L + NAA 0.4 mg/L + IAA 0.2 mg/L

监测: 树莓, 种子, 萌发率, 硫酸处理, 成熟胚培养

УДК 634.7

EDN OLQANX

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-235-245>

Методы повышения всхожести семян малины

Ян Гохуэй¹, доктор философии в области агрономии, профессор

Ли Темей², доктор философии в области агрономии, преподаватель

^{1,2} Школа садоводства и ландшафтной архитектуры, Северо-Восточный

сельскохозяйственный университет, провинция Хэйлунцзян, Харбин, Китай

¹ yangguohui@msn.com, ² litiemei2011@163.com

Аннотация. Исследования проводились различными методами – с помощью серной кислоты, экзогенных гормонов и теплового стресса. Для обработки семян малины использовалась низкотемпературная стратификация в разные сроки; параллельно проводилось культивирование зрелых зародышей

малины. Результаты показывают, что обработка серной кислотой может улучшить всхожесть семян малины. 95-процентная серная кислота в течение 10 минут и посев после 30-дневной стратификации обеспечивают процент прорастания 18,00 %. Культивирование зрелых зародышей также может эффективно нарушить период покоя семян. Рекомендуется использовать способ культивирования: дезинфекция 2 % NaClO в течение 12 минут, семена срезаются с обоих концов. Авторами предложена наилучшая среда для прорастания и роста зародышей семян, а также наилучшая формула среды для укоренения.

Ключевые слова: малина, семена, всхожесть, обработка серной кислотой, культура зрелых зародышей

Methods of increasing the germination of raspberry seeds

Yang Guohui¹, PhD in Agronomy, Professor

Li Temei², PhD in Agronomy, Lecturer

^{1,2} School of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural University, Heilongjiang Province, Harbin, China

¹ yangguohui@msn.com, ² litiemei2011@163.com

Abstract. The research was carried out using various methods – with the help of sulfuric acid, exogenous hormones and heat stress. Low-temperature stratification was used for processing raspberry seeds at different times; in parallel, the cultivation of mature raspberry embryos was carried out. The results show that sulfuric acid treatment can improve the germination of raspberry seeds. 95% sulfuric acid for 10 minutes and sowing after 30 days of stratification provide a germination rate of 18.00%. The cultivation of mature embryos can also effectively disrupt the dormancy period of seeds. It is recommended to use the cultivation method: disinfection of 2% NaClO for 12 minutes, the seeds are cut off at both ends. The authors have proposed the best environment for germination and growth of seed germs, as well as the best formula for rooting.

Keywords: raspberries, seeds, germination, sulfuric acid treatment, culture of mature embryos

树莓为适合中国北方寒地栽培的一种特色小浆果果树。中国树莓最早的栽培是在上世纪 20 年代由俄罗斯人带入黑龙江省尚志市石头河子镇种植的。20 世纪 90 年代, 树莓的种植逐渐扩大到北京、天津、山东、宁夏等地, 种植面积扩大到近万公顷 [1]。在中国树莓生产中, 采用的品种主要以国外引入为主, 因此, 开展具有自主知识产权品种选育势在必行。

树莓育种目前仍以杂交育种为主，但其种子发芽率低且发芽时间长，从而影响杂种实生苗的获得。本课题组在前期的研究中已经明确，树莓种子难以发芽既有因厚而致密的内果皮造成的物理性机械障碍，也有因种胚、胚乳中含有的抑制物引起的生理性休眠，属于混合型休眠 [2]。在此基础上，本研究采用硫酸、外源激素、热激等不同方法处理树莓种子，同时开展树莓成熟胚培养，目的在于提高树莓种子萌发率，推动树莓杂交育种进程。

1 材料与方法

1.1 材料

试验中树莓种子的显微观察和硫酸等不同处理对种子萌发的影响采用的为夏果型树莓品种‘DNS1’，胚培养采用的为秋果型树莓品种‘秋萍’。其中，对种子的显微观察采集了三种不同成熟期（青果期、白果期、成熟期）的果实 [3]，其余试验皆采用的为成熟种子。

1.2 方法

1.2.1 种子显微结构的观察

种子采收后放入 FAA 固定液中固定，固定液的配比为 70% 的乙醇：福尔马林：冰醋酸 = 90:5:5。采用常规石蜡切片法制片，番红亮绿对染，切片厚度 10~12 μm ，用 OLYMPUS 显微镜进行观察拍照。

1.2.2 不同处理对种子萌发的影响

(1) 硫酸处理对树莓种子萌发影响。收集已干燥的树莓种子分别用 75%、95% 硫酸处理 10、20 和 30 min，之后蒸馏水反复冲洗，以清水浸泡作对照。将处理后的种子与细湿沙按 1:3 比例混匀，于 4 °C 冰箱中分别层积 0、30、60、90 和 120d。将层积后的种子播入基质中，基质的成分是草炭土、蛭石和珍珠岩，比例为 3:1:1。播种后放于温室中，调查种子出苗率及出苗速率，出苗情况以露出两片子叶为准 [4]。

(2) 外源激素处理对树莓种子萌发影响。将干燥后种子放入 4 °C 冰箱

中冷藏 0、30、60、90 和 120d，再用不同浓度的外源激素于 28 °C 下浸泡 48h 后与湿沙混合播种。外源激素浓度分别为：赤霉素 400、800、1600 mg/L，6-BA 浓度为 100、200、300 mg/L，乙烯利浓度为 400、500、600 mg/L，以清水处理为对照。

(3) 热激处理对树莓种子萌发影响。将干燥后种子置于 4 °C 冰箱中冷藏 45d，取出放于不同温度的恒温箱中处理不同时间后，再放回于 4 °C 冰箱冷藏 90d，取出与湿沙混合后播种。

不同温度不同时间的搭配组合为：25 °C – 24 h、40 °C – 60 min、50 °C – 60 min、60 °C – 60 min、70 °C – 30 min、80 °C – 2 min、90 °C – 2 min、100 °C – 2 min、110 °C – 2 min、120 °C – 2 min，以常温处理的种子作对照。

以上处理以 50 粒种子为一组，每个处理三次重复。

1.2.3 树莓成熟胚培养

(1) 不同灭菌时间对种胚萌发影响。用流水冲洗种子 12 h，然后用刀片切破种皮，置于超净台上用 75% 酒精消毒 30 s，再用 2% 的 NaClO 浸泡并不断搅拌，随后用无菌水冲洗 3–4 次，用无菌滤纸吸附残留的水分接种到培养基上。NaClO 灭菌时间分别为 5、8、10、12 和 15 min。

(2) 不同切法对种胚萌发影响。采用三种不同方法对种子进行切削处理后置于培养基上：(A) 种子两端同时切；(B) 切胚乳端；(C) 切胚端 [5]，以不切种子为对照。

(3) 胚培养基本培养基筛选。分别用 MS 培养基、1/2MS 培养基、WPM 培养基作为基本培养基筛选，培养基中添加蔗糖 30 mg/L，琼脂 7.5 mg/L，筛选出效果最好的培养基。

(4) 6-BA 浓度对种胚萌发影响。采用的激素主要为 6-BA 和 IAA，其中 6-BA 设置了五个浓度分别为：0.5、1.0、1.5、2.0 和 2.5 mg/L，IAA 浓度为 0.2 mg/L，以不添加任何激素为对照 (CK)。3–4 周后调查试验结果，选出

最好的激素处理进行继代培养。以上试验每个处理均 20 粒种子，3 次重复。

(5) 激素浓度对种胚生根影响。将萌发的种胚转入继代培养基培养 5–6 周后，再转入到生根培养基。生根培养用 1/2MS 作为基本培养基，添加 IBA、NAA、IAA 三种激素进行正交试验设计 $L_9(3^4)$ ，这三种激素浓度分别为 IBA (0.1、0.3 和 0.5 mg/L)、IAA (0.1、0.2 和 0.3 mg/L)、NAA (0.2、0.4 和 0.6 mg/L)。每处理接种 5 瓶，每瓶 2 株，3 次重复，20d 后调查生根率。

1.3 数据分析

用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 对数据进行方差分析和多重比较 (Duncan 法)，小写字母表示 $P < 0.05$ 水平差异显著性。

2 结果与分析

2.1 树莓种子显微结构观察

对种子解剖结构观察表明，树莓种子由内果皮、种皮、胚乳与胚三部分组成。内果皮较厚且表面坚硬，呈齿轮状包裹在种子外侧。随着种子不断发育，内果皮逐渐变薄。种皮紧贴内果皮，随着种子发育，种皮逐渐增厚。

胚乳层较厚，与种皮紧密结合，随着种子发育胚乳层逐渐变薄，营养物质被胚吸收。白果期时，两片子叶开始发育分离，到成熟期时，子叶完全分离 (表 1)。

表 1 不同发育时期树莓种子解剖观察

	青果期	白果期	成熟期
内果皮厚度 (μm)	169.98a	161.52b	133.40c
种皮厚度 (μm)	11.98c	22.89b	25.05a
胚乳层厚度 (μm)	83.71a	74.56b	54.79c
子叶间隔 (μm)	0c	24.98b	35.16a

2.2 不同处理对种子萌发影响

2.2.1 硫酸处理

如表 2 所示，采用不同层积时间、未用 75% 硫酸处理的对照树莓种子均

未萌发。用硫酸处理萌发率最高的为层积 90 天、硫酸处理 30 min，其平均、最高、最低出苗率分别达到 14.67%、26%、2%，出苗速率为 0.025%；其次为层积 30 天处理 30 min 和层积 90 天处理 20 min，出苗率都达到 12.67%；再次为层积 90 天处理 10 min，出苗率达到 11.33%；其余处理出苗率都低于 10%，且大多数处理均未出苗。

表 2 75% 硫酸处理树莓种子出苗情况

层积天数 (d)	处理时长 (min)	平均出苗率 (%)	最高出苗率 (%)	最低出苗率 (%)	出苗速率 (%)
0	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
0	10	0.00	0.00	0.00	0.00
0	20	0.00	0.00	0.00	0.00
0	30	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
30	10	1.33f	4.00	0.00	0.014d
30	20	9.33d	14.00	6.00	0.028c
30	30	12.67b	24.00	4.00	0.027c
60	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
60	10	2.67e	6.00	0.00	0.027c
60	20	0.67f	2.00	0.00	0.010d
60	30	8.00d	20.00	0.00	0.20a
90	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
90	10	11.33b	22.00	2.00	0.020c
90	20	12.67b	20.00	8.00	0.020c
90	30	14.67a	26.00	2.00	0.025c
120	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
120	10	2.00e	4.00	0.00	0.15b
120	20	1.30f	10.00	0.00	0.14b
120	30	2.00e	4.00	0.00	0.17b

如表 3 所示，采用不同层积时间、未用 95% 硫酸处理的对照树莓种子也均未萌发。硫酸处理的萌发率最高的为层积时间 30d、处理 10 min，其平均、最高、最低出苗率分别为 18.00%、30.00%、4.00%，出苗速率为 0.028%；其次是层积 30d 处理 20 min，平均出苗率为 15.33%；再次是层积 90d 硫酸处理 20 min 和 30 min 的种子，平均出苗率分别为为 14.00% 和 11.33%；其余处理出苗率也都低于 10%，且大多数处理均未出苗。

表 3 95% 硫酸处理树莓种子出苗情况

层积天数 (d)	处理时长 (min)	平均出苗率 (%)	最高出苗率 (%)	最低出苗率 (%)	出苗速率 (%)
0	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
0	10	0.00	0.00	0.00	0.00
0	20	0.00	0.00	0.00	0.00
0	30	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
30	10	18.00a	30.00	4.00	0.028a
30	20	15.33b	22.00	4.00	0.029a
30	30	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
60	10	2.67e	6.00	0.00	0.024b
60	20	0.00	0.00	0.00	0.00
60	30	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
90	10	6.67d	16.00	0.00	0.002d
90	20	14.00b	11.33	4.00	0.019c
90	30	11.33c	14.00	2.00	0.017c
120	0 (CK)	0.00	0.00	0.00	0.00
120	10	0.00	0.00	0.00	0.00
120	20	0.00	0.00	0.00	0.00
120	30	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2.2 其它不同方法处理

(1) 三种外源激素试验. 分别用 400、800、1600 mg/L 的赤霉素, 100、200、300 mg/L 的 6-BA, 400、500、600 mg/L 的乙烯利处理不同层积时间的树莓种子, 其处理与对照均未出苗。

(2) 热激处理试验. 先将种子置于 4 °C 冰箱中冷藏 45d, 取出放于不同温度的恒温箱中, 一定时长后取出再放回于 4 °C 冰箱冷藏 90d, 其种子均未出苗, 70 °C 以上处理的种子表面呈黑色, 种子死亡。

2.3 树莓成熟胚培养

2.3.1 不同消毒时间对灭菌效果影响

用 2% 的 NaClO 对 ‘秋萍’ 种子灭菌后进行胚培养。由表 4 可知, 随着灭菌时间的加长, 污染率降低, 消毒效果最好, 但消毒 15 min 和 12 min 相比, 其褐化率也显著升高。因此, 确定灭菌时间为 12 min。

表 4 2% NaClO 处理时间对胚培养消毒效果影响

灭菌时间 (min)	种子数	污染率 (%)	褐化率 (%)
5	20	41.67±1.21a	0
8	20	35.42±2.04b	0
10	20	24.20±0.93c	46.67±1.64a
12	20	13.75±0.59d	10.00±0.35c
15	20	12.50±1.31e	23.75±0.28b

2.3.2 破皮部位对种胚萌发影响

探究切削胚端、胚乳端及两端（图 1）对种胚发芽效果。三种切法种胚萌发差异显著，切两端的方法发芽率最好，为 55.71%，其次为胚乳端和胚端，发芽率分别为 40%、25.23%。切胚乳端出现了污染，污染率为 13.33%（表 5）。

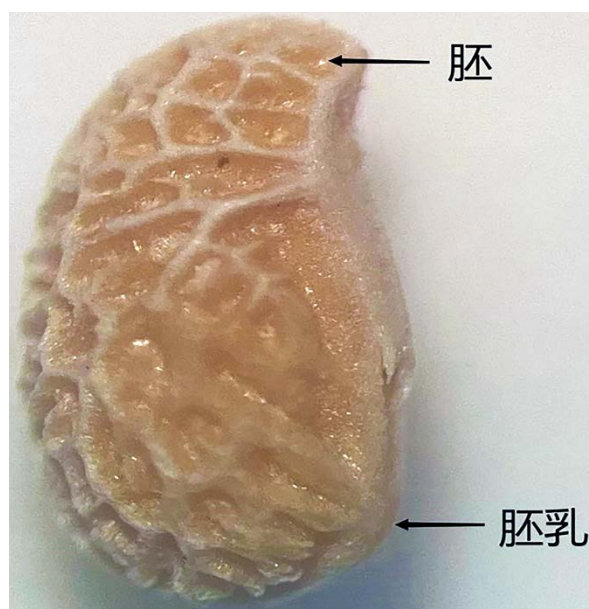


图 1 树莓种子

表 5 破皮部位对种胚萌发影响

破皮部位	种子数	污染率 (%)	萌发率 (%)
两端	20	0	55.71±2.06a
胚	20	0	25.23±1.89c
胚乳	20	13.33±0.64	40.00±1.35b
CK	20	0	0

2.3.3 基本培养基筛选

在三种基本培养基中，WPM 培养基萌发率最高，为 48.33%；其次为 1/2MS 培养基和 MS 培养基，萌发率分别为 41.66% 和 23.33%。但 WPM 培

培养基的胚苗生长一般，叶片微黄，1/2MS 培养基生长健壮，叶片浓绿，因此选择 1/2MS 为基本培养基（表 6）。

表 6 基本培养基筛选

基本培养基	萌发率 (%)	胚苗生长情况
1/2MS	41.66±1.38b	生长健壮、叶片浓绿
MS	23.33±0.37c	生长良好、叶片淡绿
WPM	48.33±0.51a	生长一般、叶片微黄

2.3.4 6-BA 对种胚萌发及生长影响

由表 7 可知，不同浓度 6-BA 对胚发芽效果差异明显。当 6-BA 浓度为 1.0 mg/L 时，发芽率最高，达 56.68%，对照只有 6.67% 的发芽率，但萌发苗生长情况却随着 6-BA 浓度的升高而下降。综合来看，确定适宜 6-BA 浓度为 1.0 mg/L。

表 7 不同浓度 6-BA 对种胚萌发影响

6-BA 浓度 (mg/L)	种子数	萌发率 (%)	生长情况
0.5	20	38.34±0.35b	生长健壮，叶片浓绿
1.0	20	56.68±1.09a	生长良好，叶片淡绿
1.5	20	16.67±1.24e	生长一般，叶片淡绿
2.0	20	31.67±0.83	生长一般，叶片微黄
2.5	20	22.24±0.55d	生长矮小，叶片微黄
0 (Ck)	20	6.67±1.41f	生长一般，叶片微黄

2.3.5 激素浓度对种胚生根影响

由表 8 的正交结果可知，不同浓度激素处理对生根影响较大，处理 5 的生根率最高，达 64.48%，处理 1 的生根率最低，仅 14.29%。由生根率的 R 值可知，3 因素对种胚生根影响的顺序为 IBA 浓度 >NAA 浓度 >IAA 浓度，综合分析最优处理为 IBA 0.3 mg/L + NAA 0.4 mg/L + IAA 0.2 mg/L。

3 讨论与结论

研究者将种子休眠通常分为五种：形态休眠（morphological dormancy, MD）、生理休眠（physiological dormancy, PD）、形态生理休

眠 (morphophysiological dormancy, MPD)、物理休眠 (physical dormancy, PY)、混合 (PY + PD) [6, 7]。

表 8 不同激素浓度 (mg/L) 对种胚生根影响

处理	IBA 浓度	NAA 浓度	IAA 浓度	生根率 (%)
1	0.1	0.2	0.1	14.29±0.46h
2	0.1	0.4	0.3	25.56±1.35g
3	0.1	0.4	0.2	35.56±0.75e
4	0.3	0.2	0.3	34.89±0.29e
5	0.3	0.4	0.2	64.48±1.95a
6	0.3	0.6	0.1	54.44±1.08b
7	0.5	0.2	0.2	38.33±1.21d
8	0.5	0.4	0.1	43.21±2.03c
9	0.5	0.6	0.3	33.33±0.57f
K1	25.14	29.12	37.31	—
K2	51.22	44.42	46.12	—
K3	38.29	41.11	31.21	—
R	26.08	15.30	14.91	—

针对不同类型的休眠, 采用不同的处理方法来打破休眠。如针对生理休眠, 一般采用低温层积、GA 处理, 而针对物理休眠, 通常用机械处理或化学方法破坏坚硬的外壳来打破休眠 [8]。本研究采用不同的层积时间、硫酸、激素、热激处理来处理树莓种子, 结果表明, 只有硫酸处理有效, 其中最好的为 95% 硫酸处理 10 min、层积 30d 后播种, 出苗率达 18.00%。这同时也说明了, 虽然树莓属于混合型休眠, 但因种皮厚而致密造成的机械障碍对其出苗影响更大。

成熟胚培养技术主要为了解决种子萌发问题, 它能破除种子的种皮障碍并在合适培养基中诱导种胚发芽, 高效成苗等。选择适宜种胚的最佳培养基配方对种子发芽成苗具有十分重要的意义。谷晓峰等在罗田甜柿研究中表明, 罗田甜柿胚培养时的最适培养基为 1/2MS 培养基 [9], 本研究的试验结果也表明, 1/2MS 培养基最适宜树莓种胚萌发。杨艳敏等人在研究树莓胚培养试验中发现当 6-BA 浓度为 0.5 mg/L 时杂交种胚生长效果较好 [10], 本研究在基本培养基基础上添加 6-BA 和 IAA, 表明当 6-BA 浓度为 1.0 mg/L 时, 萌

发效果较好，苗的长势也比较好，这也可能使用的品种不同有关。在植物组织培养中，同一植物的不同部位对激素的需求也不一样。本研究利用 3 种激素：IBA、NAA、IAA 进行正交试验设计以筛选适宜的生根培养基配方，结果表明 IBA 浓度对树莓生根影响最大。

最终确定，树莓成熟胚培养方法为：2% 的 NaClO 消毒 12 min，对种子进行两端切削，种胚萌发生长的最佳培养基为：

1/2MS + 6-BA 1.0 mg/L + IAA 0.2 mg/L

最佳生根培养基配方为：

1/2MS + IBA 0.3 mg/L + NAA 0.4 mg/L + IAA 0.2 mg/L

参考文献

1. 吴林, 张强, 王颖, 李金英. 中国树莓科学研究和产业发展的回顾与展望. 吉林农业大学学报, 2021;43(03):265–274.
2. 杨国慧, 范珍珠, 李玲等. 树莓种子休眠原因探究. 东北农业大学学报, 2020;51(11):32–39.
3. 李红霞. 脱落酸对树莓果实成熟软化的作用及其与乙烯之间的关系. 东北农业大学, 2019.
4. Sang Y. K., Katherine M., Warpeha S. C. H. The brassinosteroid receptor kinase, BRI1, plays a role in seed germination and the release of dormancy by cold stratification, Elsevier GmbH, 2019, 241 p.
5. 李粤渤, 代汉萍, 王菲, 林莉娜. 影响树莓种子萌发关键因子的研究. 安徽农业科学, 2006;07:1354–1356.
6. 程鹏, 王平, 孙吉康, 费明亮, 杨辉. 植物种子休眠与萌发调控机制研究进展. 中南林业科技大学学报, 2013;33(05):52–58.
7. 张鹏. 种子休眠相关概念及分类研究进展. 种子, 2012;31(07):54–57,61.
8. 李旭. 种子休眠类型及其破除方法. 现代农业科技, 2016;22:57.
9. 谷晓峰, 唐仙英, 罗正荣. 罗田甜柿幼胚培养条件的研究. 果树学报, 2001;02:80–83.
10. 杨艳敏, 魏鑫, 张舵等. 树莓成熟胚组织培养技术研究. 上海农业学报, 2021;37(6):65–69.

© 杨国慧, 李铁梅, 2024

施肥深度对蓝靛果植株养分含量及果实产量的影响

魏嘉¹, 李佳成², 霍俊伟³, 李威⁴, 田树新⁵, 白卉⁶

^{1,6} 黑龙江省林业科学研究所 黑龙江省速生林木培育重点实验室,
黑龙江 哈尔滨

^{2,3} 东北农业大学, 园艺园林学院, 黑龙江 哈尔滨

⁴ 东北农业大学, 资源与环境学院, 黑龙江, 哈尔滨

⁵ 黑龙江省林业科学院牡丹江分院, 黑龙江, 牡丹江

baihui1979@163.com

摘要 为探究不同施肥深度对蓝靛果生长的影响, 本研究以 5 年生蓝靛果品种 ‘蓝精灵’ 为试验材料开展大田试验, 在施肥量相同的条件下, 设置对照、5 cm、10 cm、15 cm、30 cm, 5 个不同施肥深度处理。通过研究不同施肥深度对蓝靛果果实产量、植株养分含量及养分利用率、根系分布及土壤养分含量的影响, 得到以下主要研究结论: 在 15 cm 深度施肥能够有效增加蓝靛果的产量和单果重, 产量为 9216.55 kg/hm², 通过拟合方程得到增产最适施肥深度为 16.91 cm。

监测: 蓝靛果, 施肥深度, 产量, 养分含量, 养分利用率

УДК 634.7

EDN MHJUEU

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-246-256>

Зависимость глубины внесения удобрений на содержание питательных веществ и урожайность жимолости

Вэй Цзя¹, Ли Цзячэн², Хо Цзюньвэй⁴,
Ли Вэй⁵, Тянь Шусинь⁵, Бай Хуэй⁶

^{1,6} Ключевая лаборатория быстрорастущего лесоводства, Институт лесного хозяйства провинции Хэйлунцзян, провинция Хэйлунцзян, Харбин, Китай

^{2,3} Школа садоводства и ландшафтной архитектуры, Северо-Восточный сельскохозяйственный университет, провинция Хэйлунцзян, Харбин, Китай

⁴ Школа ресурсов и окружающей среды, Северо-Восточный сельскохозяйственный университет, провинция Хэйлунцзян, Харбин, Китай

⁵ Муданьцзянский филиал институт лесных наук Хэйлунцзянской академии наук, провинция Хэйлунцзян, Муданьцзян, Китай

baihui1979@163.com

Аннотация. Для исследования влияния внесения удобрений от различной глубины на рост голубой жимолости в Харбине (провинция Хэйлунцзян) в период с 2021 по 2022 гг. проведен полевой эксперимент на пяти летних образцах жимолости сорта Лан Цзинлин. Внесение удобрений на глубину 15 см было эффективным для увеличения урожая и массы плодов, при этом урожайность составила 9 216,55 кг/м², а оптимальная глубина внесения удобрений оказалась равна 16,91 см. При данной глубине внесения удобрений плоды жимолости наиболее эффективно используют азот, фосфор и калий. Также в данном случае отмечен рост длины корневой системы в слое почвы 0–20 см.

Ключевые слова: плоды жимолости, удобрения, глубина заделки, урожайность, содержание питательных веществ, коэффициент использования питательных веществ

The dependence of the depth of fertilization on the nutrient content and yield of honeysuckle

**Jia Wei¹, Jiacheng Li², Junwei Huo³,
Wei Li⁴, Shuxin Tian⁵, Hui Bai⁶**

^{1,6} Key Laboratory of Fast-Growing Forestry, Heilongjiang Forestry Institute
Heilongjiang Province, Harbin, China

^{2,3} School of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural
University, Heilongjiang Province, Harbin, China

⁴ School of Resources and Environment, Northeast Agricultural University
Heilongjiang Province, Harbin, China

⁵ Mudanjiang Branch Institute of Forest Sciences of Heilongjiang Academy
of Sciences, Heilongjiang Province, Mudanjiang, China

baihui1979@163.com

Abstract. To study the effect of fertilization from different depths on the growth of blue honeysuckle in Harbin (Heilongjiang Province) in the period from 2021 to 2022, a field experiment was conducted on five summer samples of Lan Jingling honeysuckle. Fertilization to a depth of 15 cm was effective for increasing the yield and weight of fruits, while the yield was 9,216.55 kg/ m², and the optimal depth of fertilization was 16.91 cm. At this depth of fertilization, honeysuckle fruits use nitrogen, phosphorus and potassium most effectively. Also, in this case, an increase in the length of the root system in the soil layer of 0–20 cm was noted.

Keywords: honeysuckle fruits, fertilizers, embedding depth, yield, nutrient content, nutrient utilization rate

藍靛果 (*Lonicera caerulea* L.) 学名蓝果忍冬, 为忍冬科忍冬属多年生落叶灌木。藍靛果又名山茄子、黑瞎子果, 以野生居多 [1]。藍靛果是一种集多种价值于一身的水果, 其作为新兴水果, 兼具食用、酿酒、药用等价值 [2]。早熟、强抗寒能力、对土壤和气候条件要求不高以及抗病虫等卓越特性, 均是藍靛果的优点 [3], 这些特点使得在高纬度和寒冷气候地区的小浆果种植者获得了额外的机遇, 增加高端特色作物市场上产品的多样性。

目前在其他果树上已经得到证明, 正确的施肥深度不仅环保, 且肥效更持久, 肥料施用深度的合理化既可以提高植株生长又可以提高果实品质和产量, 是一种有效、环保的施肥方式。

王平生等 [4] (2020) 研究表明, 在 20 cm 深度施用肥料时, 可以提高核桃侧枝直径, 且叶面积和百叶重也得到了增加。有研究表明, ‘红地球’葡萄不同时期对 ^{15}N -尿素的利用率不同, 整体随物候期的变化而逐渐升高, 盛花期最低, 树体在施肥深度为 20 cm 时吸收氮素的能力最强, 四个不同时期的氮素利用率均优于表层撒施和 40 cm 深层施肥 [5]。通过研究不同施肥深度下的土壤氮素迁移特性, 王夏晖等 [6] (2002) 发现, 施肥深度能够显著的影响土壤中硝态氮含量的分布, 随着施肥深度的增加, 硝态氮向下移动的能力也显著增加。目前针对藍靛果施肥深度的研究较少, 系统比较不同施肥深度对藍靛果植株及果实品质的影响还未见报道。

本试验选取 5 年生 ‘蓝精灵’ 品种作为研究对象, 通过比较氮、磷、钾肥料不同施用深度处理下, 树体各器官营养指标以及产量的变化, 对其进行系统研究以期了解施肥深度对藍靛果植株养分含量及果实产量的影响, 为生产过程中科学施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验于 2021 年 10 月至 2022 年 10 月期间, 在东北农业大学园艺

站蓝靛果种质资源圃进行，试验地点具体位置为北纬 44° 04'，东经 125° 42'，海拔 155~175 m，为温带大陆性季风气候。供试果园内的土壤各项指标为有机质含量 11.91 g/kg，速效氮含量 521.07 mg/kg，有效磷含量 74.02 mg/kg，速效钾含量 10.78 mg/kg，pH 为 6.33。试验选取长势一致的 5 年生‘蓝精灵’品种为试验材料，选用尿素（N：46.4%）、磷酸二铵（P₂O₅：42%，N：15%）、硫酸钾（K₂O：50%）三种肥料进行施肥试验。

1.2 试验设计

试验共设置 5 个处理：不施肥（F0）、施肥深度 5 cm（D5）、施肥深度 10 cm（D10）、施肥深度 15 cm（D15）、施肥深度 30 cm（D30），每个处理 5 次重复，共 25 株。肥料施用量分别为尿素 87.82 g；磷酸二铵 26.5 g；硫酸钾 33.33 g。

1.3 试验方法

1.3.1 果实产量的测定

单果重和产量使用电子秤进行称量。

1.3.2 植株养分含量的测定

叶片、枝条以及果实全氮含量的测定采用靛酚蓝比色法 [7]，全磷含量的测定采用钒钼黄比色法 [8]，全钾含量的测定采用火焰光度计法 [9]。

1.3.3 根系分布的测定

采用 MRS-9600TFU2L 植物图像分析仪对根系样品进行分析。

1.3.4 土壤养分含量的测定

土壤铵态氮含量的测定采用靛酚蓝比色法 [10]，土壤硝态氮含量的测定采用紫外分光光度校正因数法 [11]。土壤速效氮等于铵态氮与硝态氮之和，土壤有效磷含量的测定采用钼锑抗比色法 [12]，土壤速效钾含量的测定采用 1 molL⁻¹ 醋酸铵浸提、火焰光度计法测定 [13]。

2 结果与分析

2.1 不同施肥深度对蓝靛果果实产量的影响

如表 1 所示，蓝靛果单果重和产量随施肥深度的增加呈先增后减的抛物线变化趋势。不同施肥处理中 D30 处理的单果重最小，为 1.00 g；D15 处理的单果重最大，达 1.22 g，比 D30 处理增加了 22.00%，且差异达显著水平（ $P<0.05$ ），整体而言，各施肥处理较不施肥 F0 处理单果重有显著提高（ $P<0.05$ ），D15 处理与 F0 处理相比增加了 35.56%。

表 1 施肥深度对蓝靛果产量和单果重的影响

处理	单果重, g	产量 Y, kg/hm ²	增产, kg/hm ²	肥料贡献率, %
F0	0.90±0.03c	5,153.57	—	—
D5	1.03±0.05b	6,157.24	1,003.67	19.48
D10	1.15±0.02a	7,236.12	2,082.55	40.41
D15	1.22±0.02a	9,216.55	4,062.98	78.84
D30	1.00±0.09bc	5,238.61	85.04	1.65

不同施肥深度处理的产量变化规律与单果重相同，其中 D15 处理的产量最高，为 9,216.55 kg/hm²，不施肥 F0 处理的产量最低，D15 处理的产量相比于 F0 处理增产了 4,062.98 kg/hm²。

过产量（ y ）与施肥深度（ x ）曲线拟合，得到的拟合方程为：

$$y = 2888.79 + 707.50428x - 20.92551x^2 \quad (R^2 = 0.92604)$$

肥料施用深度为 16.91 cm 时进行施肥管理，能明显增产。

2.2 不同施肥深度对蓝靛果养分含量及养分利用率的影响

2.2.1 施肥深度对蓝靛果植株养分含量的影响

从表 2 中可以看出，不同处理在终果期叶片和枝条氮、磷、钾的养分含量比盛花期低，两个时期的叶片氮和磷的养分含量明显高于枝条。盛花期叶片和枝条的氮、磷、钾养分含量随着施肥深度的增加呈先增后减的变化趋势，终果期与盛花期变化趋势基本一致，两个时期均以 D15 处理的养分含量最大。叶片氮素的含量最大，其次是钾素，磷素相对最小。整体而言，在盛花期各

施肥处理与不施肥 F0 处理相比，叶片和枝条的氮、磷、钾含量均有所增加，且差异显著（ $P<0.05$ ）。

表 2 施肥深度对蓝靛果植株不同时期养分吸收的影响

时期	处理	叶片, g/kg			枝条, g/kg		
		N	P	K	N	P	K
盛花期	F0	15.85±0.11e	0.78±0.02c	4.82±0.01e	4.12±0.01d	0.41±0.01d	6.90±0.03d
	D5	17.51±0.01c	0.82±0.02b	7.52±0.02c	5.58±0.04b	0.57±0.03b	9.22±0.02b
	D10	19.09±0.01b	0.87±0.02a	8.51±0.01b	5.61±0.01b	0.59±0.01ab	9.23±0.03b
	D15	20.76±0.14a	0.90±0.01a	10.11±0.09a	5.91±0.01a	0.62±0.02a	10.46±0.03a
	D30	16.53±0.03d	0.81±0.01bc	7.08±0.07d	4.90±0.08c	0.49±0.01c	8.15±0.13c
终果期	F0	14.27±0.12e	0.61±0.02d	3.51±0.01e	1.40±0.01d	0.41±0.01b	3.21±0.01e
	D5	14.99±0.01d	0.69±0.01c	3.61±0.01d	1.59±0.02c	0.42±0.02b	3.34±0.03d
	D10	17.32±0.02b	0.81±0.05b	3.92±0.01b	1.87±0.02b	0.48±0.02a	3.92±0.01b
	D15	18.69±0.01a	0.93±0.02a	4.07±0.06a	2.63±0.02a	0.49±0.01a	4.21±0.01a
	D30	15.98±0.18c	0.79±0.01b	3.73±0.03c	1.62±0.02c	0.43±0.02b	3.53±0.03c

终果期叶片和枝条的养分含量也以 D15 处理为最大，其次是 D10 处理。整体而言，在终果期各施肥处理与不施肥 F0 处理相比，叶片和枝条的氮、磷、钾含量均有所增加，且差异显著（ $P<0.05$ ）。综上分析可知，适宜的施肥深度能够加强蓝靛果不同时期植株对养分的吸收，氮素的积累增幅主要集中在叶片。

2.2.2 施肥深度对蓝靛果果实养分含量的影响

2.2.2.1 施肥深度对果实氮含量的影响

从图 1 可以看出，各施肥处理中 D5 处理为蓝靛果果实氮含量最低值。果实氮含量在 D15 处理达到最高值，但随着施肥深度的进一步加深，D30 处理的果实氮含量有所下降，与 D15 处理相比下降了 33.72%，表明施肥深度不宜过深。整体而言，各施肥处理较不施肥 F0 处理果实氮含量有所提高，D15 处理与 F0 处理相比差异显著（ $P<0.05$ ）。

2.2.2.2 施肥深度对果实磷含量的影响

从图 2 可以看出，D15 处理的果实磷含量相对最高，达 0.59 g/kg，较 D5 处理显著提高了 28.26 %（ $P<0.05$ ）；随着施肥深度的进一步加深，D30 处理

较 D15 处理下降了 10.17%，差异显著 ($P < 0.05$)。整体而言，各施肥处理较不施肥 F0 处理果实磷含量有所增加，D15 处理与 F0 处理相比分别增加了 31.82%，差异显著 ($P < 0.05$)。

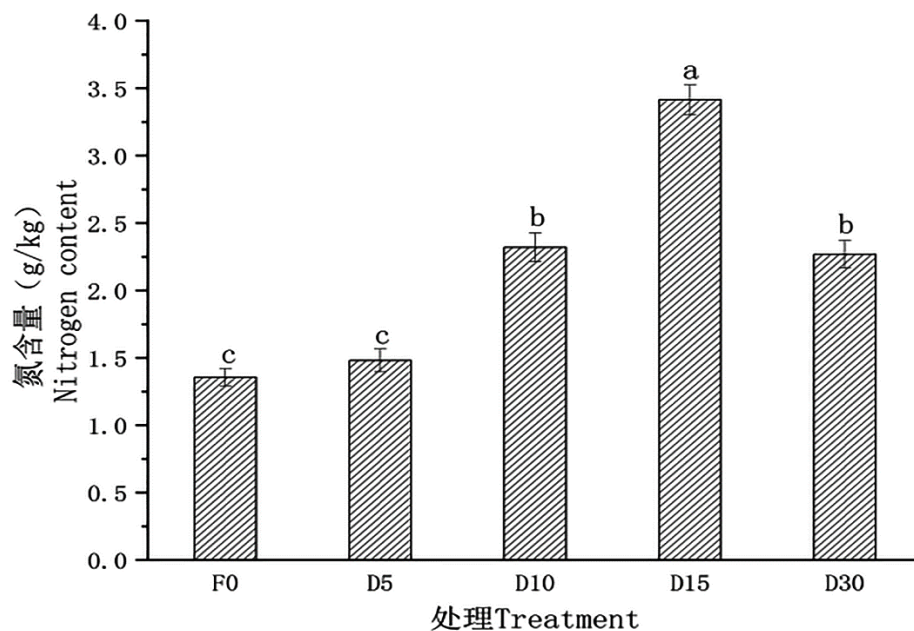


图 1 施肥深度对蓝靛果果实氮含量的影响

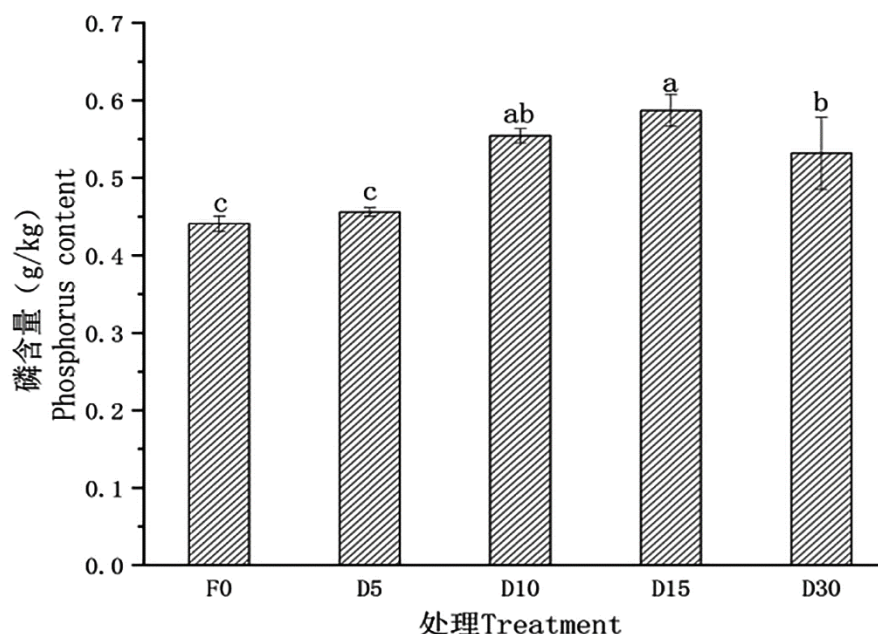


图 2 施肥深度对蓝靛果果实磷含量的影响

2.2.2.3 施肥深度对果实钾含量的影响

从图 3 可以看出，D15 处理的果实钾含量增加最大，较 D5 处理提高了

10.31%。D30 处理的果实钾含量与 D15 相比，有一定下降，减少了 9.34%，且差异显著 ($P<0.05$)。整体而言，各施肥处理较不施肥 F0 处理果实钾含量有所增加，D15 处理与 F0 处理相比增加了 14.54%，差异显著 ($P<0.05$)。

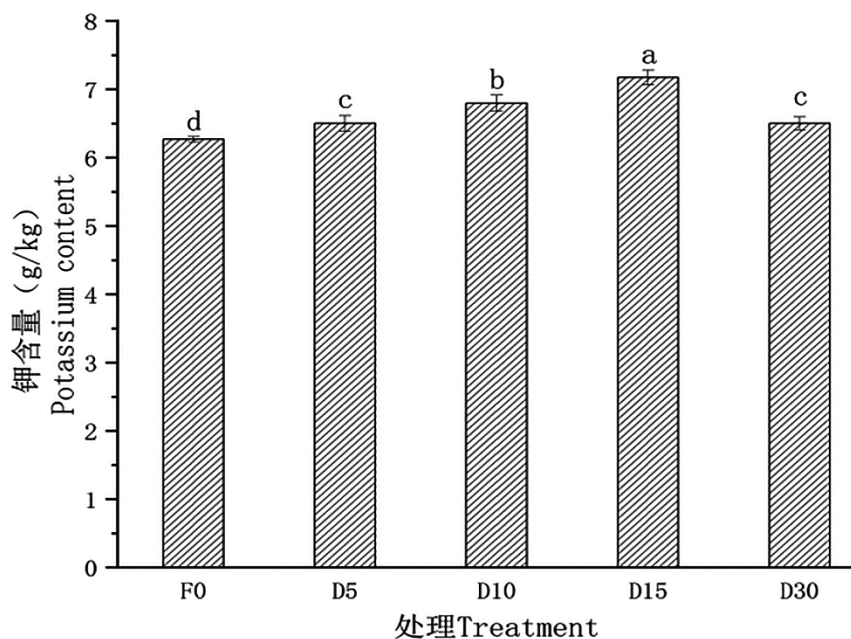


图 3 施肥深度对蓝靛果果实钾含量的影响

2.2.3 施肥深度对蓝靛果果实养分利用率的影响

果实对钾的利用率最低，果实对氮的利用率最高。D5、D10、D15、D30 处理蓝靛果果实对氮的利用率分别为 1.06%、4.87%、12.16%、2.43%，差异显著 ($P<0.05$)。D15 处理果实磷的利用率最高为 6.27%，D30 深层施肥处理养分利用率最低为 1.03%。蓝靛果果实钾的利用率在 D15 处理时高于 D5 表层施肥处理和 D30 深层施肥处理，均差异显著 ($P<0.05$)，深层施肥 D30 处理利用率最低。

2.3 不同施肥深度对蓝靛果根系分布及土壤养分含量的影响

2.3.1 施肥深度对蓝靛果根系分布的影响

为不同施肥处理下根长二维分布特性图。在不同施肥深度处理下，蓝靛果根长随着水平距离的扩大和垂直距离的增加呈减小的趋势，根系主要分布

在 0~20 cm 土层范围内。在水平距离 30 cm，垂向距离 0~20 cm 土层中，D15 处理蓝靛果根系长度与 D30 处理相比提高了 83.20 %；在 0~20 cm 土层附近施肥，蓝靛果根长有增大的趋势，不同土层根系长度在 D15 处理根长均为最长，各土层在 D30 处理时根系长度最短。

2.3.2 不同施肥深度对土壤养分含量的影响

从表 3 可以看出，土壤速效氮、速效钾、有效磷含量随着采样深度增加，整体呈现逐渐下降的趋势，养分主要集中在 0~20 cm 的土层。0~20 cm 土层的速效氮含量在 D15 处理最大，显著高于 D5 和 D30 处理 ($P<0.05$)；在 20~40 cm、40~60 cm 土层，D30 处理的速效氮含量最高，显著高于其他施肥处理 ($P<0.05$)；F0 处理在各土层的速效氮含量均低于各施肥处理，且差异显著 ($P<0.05$)。

表 3 施肥深度对果园剖面土壤养分含量的影响

项目	采样深度, cm	F0	D5	D10	D15	D30
速效氮, mg/g	0-20	0.52±0.07c	1.27±0.25b	1.76±0.26a	2.08±0.06a	1.18±0.02b
	20-40	0.41±0.08c	0.65±0.12b	0.77±0.17b	0.85±0.06b	1.38±0.04a
	40-60	0.22±0.05c	0.30±0.16c	0.41±0.15bc	0.59±0.09ab	0.67±0.01a
速效钾, mg/kg	0-20	10.78±0.65b	12.43±0.39a	12.77±0.07a	12.82±0.89a	12.07±0.47a
	20-40	8.15±0.07c	8.53±0.19b	8.70±0.03ab	8.76±0.27ab	8.87±0.12a
	40-60	7.34±0.26c	7.43±0.18bc	7.65±0.13bc	7.75±0.11ab	8.07±0.15a
有效磷, mg/g	0-20	0.07±0.02b	0.25±0.11a	0.12±0.11ab	0.08±0.02b	0.07±0.02b
	20-40	0.04±0.01a	0.04±0.03a	0.05±0.02a	0.08±0.03a	0.14±0.11a
	40-60	0.01±0.01a	0.01±0.01a	0.02±0.01a	0.03±0.03a	0.03±0.03a

0~20 cm 土层中，D15 处理的土壤速效钾含量最高，比 D5 处理高 3.14%，比 D30 处理高 6.21%，各施肥处理间差异不显著 ($P>0.05$)，但均显著高于不施肥 F0 处理 ($P<0.05$)；20~40 cm、40~60 cm 土层中，D30 处理的土壤速效钾含量最高。F0 处理速效钾含量显著低于 D15 处理和 D30 处理 ($P<0.05$)。

从表 3 还可以看出，0~20 cm 土层的有效磷含量随着施肥深度的增加逐渐降低。D30 处理的土壤有效磷含量比 D5 处理低 72.00%，F0 处理比 D5、D10、

D15 处理分别低 72.00%、41.67%、12.50%；20~40 cm、40~60 cm 土层中，各处理间土壤有效磷含量差异不显著 ($P>0.05$)，以 D30 处理的含量最大。

3 结论

1. 肥料施用在 15 cm 深度能够有效增加蓝靛果的产量和单果重，产量为 9216.55 kg/hm²，通过拟合方程得出施肥深度在 16.91 cm 时能明显增产。

2. D15 处理对蓝靛果树体以及果实氮、磷、钾的含量具有显著影响，显著高于表层 5 cm 和 30 cm 深层施肥 ($P<0.05$)。蓝靛果盛花期叶片、枝条的养分含量大于终果期，两个时期的叶片氮和磷的养分含量明显高于枝条。施肥深度为 15 cm 时，蓝靛果果实对氮、磷、钾的利用率最高。

3. 蓝靛果吸收养分的根系在 0~20 cm 数量较多，40~60 cm 处根系数量较少。0~20 cm 土层 D15 处理根系最长。对 0~20 cm 土层速效氮、有效磷、速效钾积累影响较大的为 D15 处理，对深层 20~40 cm、40~60 cm 土层速效氮、有效磷、速效钾积累影响最大的处理为 D30 处理。

参考文献

1. 周以良, 董世林, 聂绍荃. 黑龙江树木志. 黑龙江科学技术出版社, 1986.
2. 王秀锁, 孙秀殿, 白艳春. 蓝靛果的利用及栽培. 特种经济动植物, 2002;06:34.
3. Senica M., Stampar F., Mikulic-Petkovsek M. Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. subs. *edulis*) berry. A rich source of some nutrients and their differences among four different cultivars. *Scientia Horticulture*, 2018;238:215.
4. 王平生, 祁维红, 鲁涛林. 施肥深度对高海拔区核桃产量及生长发育的影响. 甘肃农业科技, 2020;06:45-49.
5. 汪新颖, 周志霞, 王玉莲. 不同施肥深度红地球葡萄对¹⁵N的吸收、分配与利用特性. 植物营养与肥料学报, 2016;22(03):776-785.
6. 王夏晖, 刘军, 王益权. 不同施肥方式下土壤氮素的运移特征研究. 土壤通报, 2002;03:202-206.
7. 邓穗生, 洪彩香. 靛酚蓝比色法测定植物全氮含量方法的改进. 热带

农业科学, 2013;33(04):5–7,29.

8. 刘云霞, 温云杰, 黄金莉. AA3 型连续流动分析仪与钒钼黄比色法测定玉米植株全磷含量之比较. 农业资源与环境学报, 2015;32(06):577–582.

9. 哈丽旦·阿不力孜. 采用火焰光度计测定葡萄植株样中全钾. 新疆农业科技, 2012;02:36.

10. 端爱玲, 韩张雄, 黄艳. 靛酚蓝比色法测定土壤中铵态氮注意事项. 当代化工, 2021;50(12):2861–2864.

11. 苗杰. 紫外分光光度法测定土壤硝态氮校正因数的修正, 内蒙古农业大学, 2019.

12. 叶祥盛, 童军, 赵竹青. 流动注射分析法与钼锑抗比色法分析土壤有效磷含量的比较. 河北农业科学, 2011;15(01):160–164.

13. 张乃凤. 土壤速效钾的测定—醋酸铵浸提、火焰光度计测定法. 土壤肥料, 1974;01:33–35.

© 魏嘉, 李佳成, 霍俊伟, 李威, 田树新, 白卉, 2024

Научное издание

**ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ**

Материалы

XIII международной конференции

(г. Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.)

Подписано в печать 03.09.2024 г.
Формат 60х90/16. Уч.-изд. л – 9,41. Усл. печ. л. – 14,78.
Печать по требованию. Заказ 108.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного
аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86